MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO

3



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA

(ORGANIZADOR)

Atena Editora

Ano 2023

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



3

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA
(ORGANIZADOR)

Atena Editora
Ano 2023

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

MULTIDISCIPLINAR

MULTIDISCIPLINAR

Meio ambiente e sustentabilidade: formação interdisciplinar e conhecimento científico 3

Diagramação:	Camila Alves de Cremo
Correção:	Mariane Aparecida Freitas
Indexação:	Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão:	Os autores
Organizador:	Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M514 Meio ambiente e sustentabilidade: formação interdisciplinar e conhecimento científico 3 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0976-2
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.762230501

1. Sustentabilidade e meio ambiente. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

MULTIDISCIPLINAR

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

MULTIDISCIPLINAR

O e-book: “Meio ambiente e sustentabilidade: Formação interdisciplinar e conhecimento científico 3” é constituído por cinco capítulos de livro que investigaram: *i*) meio ambiente e atividades turísticas; *ii*) desenvolvimento de utensílios a partir de resíduos plásticos e; *iii*) poluentes em organismos aquáticos e seus efeitos deletérios.

O primeiro capítulo apresenta um estudo sobre a importância da pesca esportiva como fonte de geração de recursos econômicos, bem como a oportunidade de se desenvolver um trabalho de conscientização ambiental a partir da análise de alguns parâmetros (número de capturas, identificação da espécie, comprimento do peixe e o esforço pesqueiro). Já o capítulo 2 propõe uma metodologia capaz de quantificar a erosão hídrica a partir do uso de um software com modelagem matemática associado a um Sistema de Informações Geográficas a ser utilizado na gestão de bacias hidrográficas. O terceiro capítulo apresenta e discute a importância do planejamento urbano em municípios litorâneos, em especial na cidade de Ubatuba/SP que procurou entender e correlacionar a legislação vigente ao uso da ocupação de áreas urbanas que afetam o turismo e a manutenção da paisagem do município.

O quarto capítulo apresenta a construção de fogões solares a partir da reutilização de materiais poliméricos que são resíduos de baixo custo e obtenção por famílias carentes da comunidade do Maciço do Baturité/CE. Além disso, os fogões apresentam elevada capacidade no processo de cozimento dos alimentos, na preservação ambiental e no controle de emissão de gases.

O quinto e último capítulo investigou a influência das concentrações de diferentes metais pesados no estresse oxidativo presente nos tecidos de *Donax hanleyanus* que vivem no ecossistema aquático da Praia Grande de São Francisco do Sul/SC.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

QUE FATORES PODEM GARANTIR O SUCESSO EM TORNEIOS DE PESCA AMADORA?

Data de aceite: 02/01/2023

Julia Myriam de Almeida Pereira
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (UNESP), Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquiultura
Registro, SP

Rinaldo Antonio Ribeiro Filho
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" (UNESP), Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquiultura
Registro, SP

RESUMO: As pescarias esportivas ou amadoras tornaram-se importantes fontes de entretenimento, de recursos econômicos e oportunidade de conscientização sobre o meio ambiente. A Região Amazônica tem se tornado um importante destino de turismo pesqueiro, considerando os atrativos naturais e o constante fomento à prática desportiva. Os torneios de pesca em Porto Rolim de Moura do Guaporé, município de Alta Floresta do Oeste (RO) foram acompanhados entre 2009 e 2011. Quando capturados, os peixes foram identificados e seu comprimento total (cm) foi tomado. As capturas em número (N) foram agrupadas por embarcação. O esforço pesqueiro foi dado em termos do número de embarcações por ano e a CPUE (peixes/embarcação), em termos da captura total, dividida pelo número de embarcações. Foi aplicada uma ANOVA considerando os comprimentos totais logaritmizados (lnLt) a variável resposta e as variáveis categóricas foram Ano, Lua e Espécie. Durante os torneios houve predominância de *Plagiossium squamosissimus* (N=109) e isso pode ter ocorrido devido ao hábito da espécie para a formação de cardume. Além desta foram capturados também *Brycon* sp, *Hydrolycus scomberoides*, *Phractocephalus hemioliopterus*, *Pseudoplatystoma tigrinum*, *Pseudoplatystoma fasciatum* e *Pinirampus pirinampu*. As maiores capturas ocorreram durante o primeiro ano, quando houve maior registro de CPUE e o maior esforço pesqueiro ocorreu no último ano. A ANOVA revelou que apenas a espécie de peixe foi determinante para o sucesso das capturas dos maiores indivíduos e estes foram representados pelas espécies *P. tigrinum* ($\bar{L}_t$=66,89cm; SD=14,128cm), *P. hemioliopterus* ($\bar{L}_t$ =59,50cm; SD=10,667cm) e *H. scomberoides* ($\bar{L}_t$ =59,27cm; SD=11,838cm). Atualmente não há estatísticas oficiais sobre os recursos pesqueiros na região e as capturas destas espécies podem estar sub

ou superestimadas. A possibilidade de morte após a soltura ou a captura de peixes pelas pescas amadoras, bem como a captura por ribeirinhos, podem se constituir em pescarias não reportadas. Associada a estes fatores, ocorre a dificuldade em fiscalizar as diferentes modalidades pesqueiras e seus desembarques. Estes fatos, associados às capturas de indivíduos com tamanho abaixo do tamanho mínimo de captura, podem dificultar as discussões sobre o ordenamento pesqueiro na região.
PALAVRAS-CHAVE: CPUE, peixes amazônicos, comprimento máximo, ordenamento pesqueiro.

ABSTRACT: Sport Fisheries have become important economic sources of entertainment, of economic resources and opportunities for environmental awareness. The Amazon region has become an important fishing tourism destination, considering the natural attractions and the constant promotion of sports. Fishing championship in Porto Rolim de Moura do Oeste (Rolim de Moura do Oeste) were followed in 2009 and 2011. When captured, the fish were identified and their total length (cm) was taken. Catches in number (N) were grouped by boat. The fishing effort was in terms of the number of boats per year and CPUE (fish/vessel), in terms of the total catch, strength by the number of boats. An ANOVA was applied considering the logarithmized total lengths (lnLt) to the variable response and categorical variables were Year, Moon and Species. During the championship there was a predominance of *Plagiossium squamosissimus* (N=109) and this may have occurred when the species was able to form schools. In addition to this, *Brycon* sp, *Hydrolycus scomberoides*, *Phractocephalus hemioliopterus*, *Pseudoplatystoma tigrinum*, *Pseudoplatystoma fasciatum* and *Pinirampus pirinampu* were also captured. The highest catches were recorded during the first year, when the highest CPUE occurred and the highest catches, in last year. ANOVA revealed that only species of fish was determinant for the success of the catches of higher fishes and these were *P. tigrinum* ($\bar{L}_t$ =66,89cm; SD=14,128cm), *P. hemioliopterus* ($\bar{L}_t$ =59,50cm; SD=10,667cm) and *H. scomberoides* ($\bar{L}_t$ =59,27cm; SD=11,838cm). There are currently no official statistics on fisheries resources in the region and catches of species may be underestimated or overestimated. The possibility of death or the capture from sport fisheries, as well as the capture of fish by riparians, may constitute unreported fisheries. Associated with these factors, there is a difficulty in inspecting different fishing modalities and their landings. These facts, associated with catches of fishes below the minimum capture length, can hinder the discussions about fisheries management in the region.
KEYWORDS: CPUE, Amazonian fish, maximum length of fishes, fisheries management.

1 | INTRODUÇÃO

As pescarias amadoras tornaram-se, ao longo dos anos, importantes fontes de entretenimento, fontes de recursos econômicos, oportunidade de conscientização sobre o meio ambiente (Barroco & Freitas, 2014). Gentil *et al* (2020) destacam que a atividade tem cerca de 220 praticantes ao redor do mundo, explorando águas continentais e marinhas.

Há uma tendência mundial entre os administradores dos recursos pesqueiros em reconhecer a importância econômica e social da pesca esportiva frente ao crescimento do setor (Murray-Jones & Steffe, 2000).

Na Alemanha, os estoques de carpa (*Cyprinus carpio*) têm se mantido estáveis principalmente devido aos pescadores esportivos, cujas técnicas são seletivas e relacionadas ao tamanho das iscas utilizadas (Arlinghaus & Mehner, 2003). Thiele *et al* (2020) elencam as pescarias amadoras dentre os serviços ecossistêmicos associados às paisagens fluviais alemãs, usando o ambiente para esportes e recreação com vistas à promoção da saúde, recuperação ou prazer pelas interações com o meio.

O'Connel (2003) estudou a importância dos dados obtidos através da pesca esportiva canadense na costa do Atlântico para estimar o tamanho do estoque pesqueiro de salmão na área.

Arlinghaus *et al.* (2002) consideram o manejo de recursos pesqueiros de países industrializados enfocado quase exclusivamente na pesca esportiva (recreação) e conservação, enquanto países em desenvolvimento ainda priorizam segurança alimentar. Porém, mesmo nesses países, a ênfase em pescas esportivas e conservação está aumentando como resultado da globalização. A evolução da pesca esportiva na Europa é pequena quando comparada aos Estados Unidos, onde há mais estudos sobre o tema, e consequentemente, um manejo dos recursos pesqueiros mais eficiente.

No Brasil, a partir da década de 80, houve um aumento das atividades turísticas e recreacionais em espaços rurais, levando desenvolvimento aos polos receptores, gerando empregos e lucro. Algumas atividades recreacionais, como a pesca esportiva, anteriormente consideradas inofensivas ao meio ambiente são agora vistas como potencialmente prejudiciais: a presença de pescadores pode causar erosão nas margens de rios e represas, poluição da água e no entorno do corpo d´água e degradação da paisagem.

A atividade pesqueira em águas interiores é importante no que se refere à população que dela sobrevive e ao manejo dos ecossistemas de água doce. O estudo sobre os torneios em locais remotos também pode oferecer respostas para a avaliação dos recursos pesqueiros disponíveis, através do acompanhamento em diferentes anos. Esta ferramenta também auxilia na caracterização da arte de pesca, seletividade e eficiência de petrechos.

Os levantamentos qualitativo e quantitativo das pescarias podem fornecer respostas para a avaliação dos estoques e de sua dinâmica populacional e para determinação das interações intra e interespecíficas (Fonteles Filho, 1989).

A pesca em território brasileiro é regulamentada pelo decreto-lei nº 221 de 28/02/1967 e posteriores alterações, e o artigo 2º, §2º descreve a pesca esportiva, e a considera praticada com linha de mão ou aparelho permitido pela autoridade competente, não havendo comercialização do pescado.

Em âmbito federal, foi criado em 1997 o Programa Nacional de Desenvolvimento da Pesca Amadora (PNDPA, sob responsabilidade do IBAMA), cujo objetivo é transformar a pesca amadora em instrumento de desenvolvimento econômico, social e de conservação ambiental.

Em Rondônia, a Lei do Guaporé (nº 2.508, de 6 de julho de 2011) dispôs sobre a proibição da pesca profissional na bacia hidrográfica do Rio Guaporé e estabeleceu

diretrizes da Política Estadual de Ordenamento do Setor Pesqueiro, permitindo a pesca de subsistência, a pesca esportivo/turística (pesca e solta) e a pesca amadora de captura.

Os objetivos deste trabalho foram conhecer os principais recursos pesqueiros explorados durante os torneios de pesca esportiva, bem como os fatores que podem influenciar o sucesso nestes torneios.

2 | MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de estudo

O distrito de Porto Rolim de Moura do Guaporé (13°04'56"S, 62°12'27"O) pertence ao município de Alta Floresta do Oeste (RO). Este município possui área de 7067km², população estimada de 25.506 habitantes e está elencado dentre os municípios da Amazônia Legal (IBGE, 2017). Seu clima predominante é o tropical úmido e quente, com pequena amplitude térmica anual. O período seco é bem definido durante a estação de inverno, quando ocorre no Estado um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm/mês. A média anual da precipitação pluviométrica varia entre 1.400 e 2.600 mm/ano, com precipitação inferior a 20 mm nos meses de junho, julho e agosto.

O Distrito de Porto Rolim de Moura do Guaporé é uma comunidade ribeirinha tradicional e possui cerca de 600 pessoas (Prefeitura Municipal de Alta Floresta D'Oeste, 2017), formada basicamente por descendentes de quilombolas e índios (Costa *et al*, 2021), cuja população vive basicamente da pesca e lavouras e para subsistência e turismo da pesca. Fica localizado as margens do rio Mequéns, um dos maiores berçários do rio Guaporé, e no entorno do Parque Estadual de Corumbiara (Figura 1).



Figura 1: Área de estudo, com destaque para o distrito de Porto Rolim de Moura, município de Alta Floresta d´Oeste (RO)

2.2 Aquisição e análise de dados

A fim de levantar informações sobre a fauna de peixes e os fatores que influenciam suas capturas, os torneios de pescarias esportivas foram acompanhados entre 2009 e 2011.

Quando capturados, os peixes foram identificados e seu comprimento total foi tomado. As capturas em número (N) foram agrupadas por embarcação. Dado o estilo de pescaria conduzido durante as etapas dos torneios, com a prática de "pesque e solte", os pesos não puderam ser aferidos, porque a devolução às águas seria retardada, acreditando-se no comprometimento da sobrevida dos peixes.

O esforço pesqueiro foi dado em termos do número de embarcações atuando por etapa do torneio, em cada ano (Taylor et al, 2015). O índice foi apresentado desta foram porque o tempo de exposição dos petrechos era o mesmo para todas as embarcações envolvidas, bem como o número máximo de pescadores por embarcação (três).

A CPUE (captura por unidade de esforço) é um índice proporcional à quantidade média de indivíduos presente numa área num período, se a relação entre captura e esforço pesqueiro passa pela origem (Petrere *et al.*, 2010).

A CPUE foi calculada segundo o modelo $CPUE = \frac{Captura\ (N)}{N^{o}\ de\ embarcações}$, com captura total por etapa e o N° de embarcações envolvidos em cada etapa do torneio (Taylor *et al*, 2015).

Foi aplicada uma ANOVA aos dados, sendo considerado os comprimentos totais logaritmizados (lnLt) a variável respostas. As variáveis categóricas estudadas foram Ano

(com três níveis, 2009, 2010 e 2011), Lua (três níveis: cheia, minguante e nova) e espécie, com seis níveis referentes às seis diferentes espécies de peixes capturados, de acordo com o modelo: *InLt = μ+ANO+LUA+SP+ε*.

3 I RESULTADOS

3.1 Análise das Capturas e esforço pesqueiro

Durante o período de estudo foram capturadas seis espécies diferentes, pertencentes a quatro famílias e três ordens. Os Perciformes, representados unicamente por *P. squamosissimus*, foram predominantes nas capturas (53,0%), seguidos dos Siluriformes (32,0%) e Characiformes (15,0%) (Tabela 1). Dentre os Characiformes, a espécie predominante foi *H. scomberoides* (61,3%) e dentre os Siluriformes, *P. fasciatum* (50,0%). A ordem Perciformes foi representada exclusivamente por *P. squamosissimus* (Figura 3).

Ordem	Família	Nome científico
Characiformes	Bryconidae	*Brycon* sp (Müller & Troschel, 1844)
	Cynodontidae	*Hydrolycus scomberoides* (Cuvier, 1816)
Siluriformes	Pimelodidae	*Phractocephalus hemioliopterus* (Bloch & Schneider, 1801)
		Pseudoplatystoma tigrinum (Valenciennes, 1840)
		Pseudoplatystoma fasciatum (Linnaeus, 1766)
		Pinirampus pirinampu (Spix & Agassiz, 1829)
Perciformes	Sciaenidae	Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840)

Tabela 1: Classificação taxonômica das capturas oriundas dos três anos de torneios de pesca amadora realizados no distrito de Porto Rolim de Moura, município de Alta Floresta d´Oeste (RO)

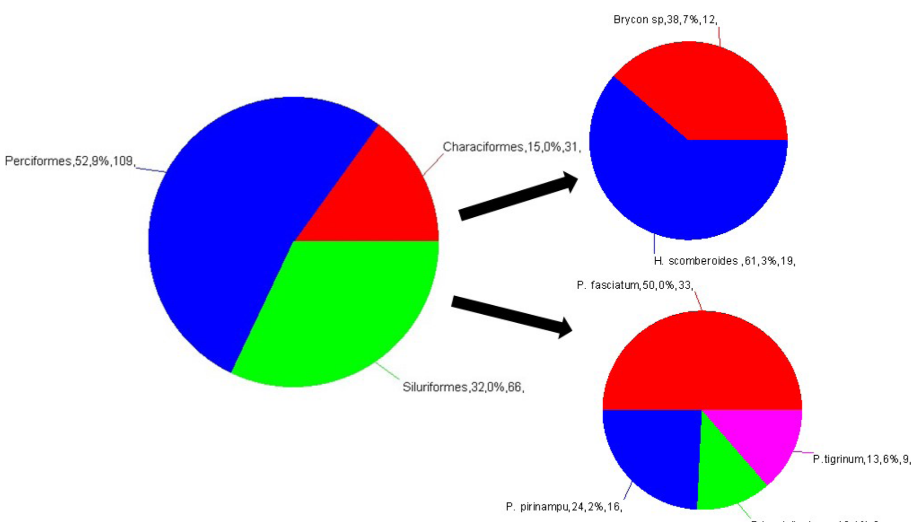


Figura 3: Percentual de composição das capturas de acordo com as Ordens e espécies dos peixes capturados ao longo dos três anos de torneios de pesca amadora realizados no distrito de Porto Rolim de Moura, município de Alta Floresta d´Oeste (RO)

No ano de 2009 foram capturados 92 indivíduos, com declínio de capturas no ano seguinte (N=32) e elevação em 2011 (N=82) (Figura 4).

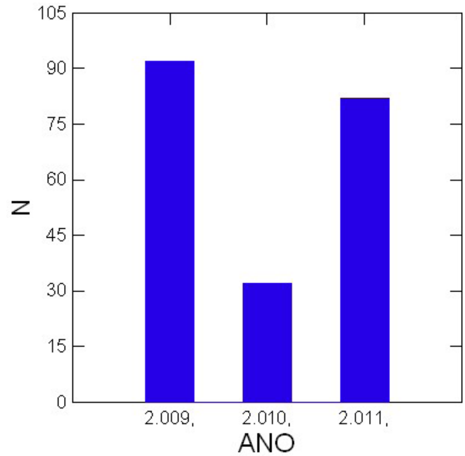


Figura 4 Número total de peixes capturados por ano de torneio ao longo dos três anos de torneios de pesca amadora realizados no distrito de Porto Rolim de Moura, município de Alta Floresta d´Oeste (RO)

A análise de captura por espécies mostrou que houve predomínio de *P. squamosissimus* em todos os anos (60, 12 e 37 em 2009, 2010 e 2011, respectivamente). As segundas maiores capturas foram de *P. fasciatum* (13, 7 e 13) (Figura 5).

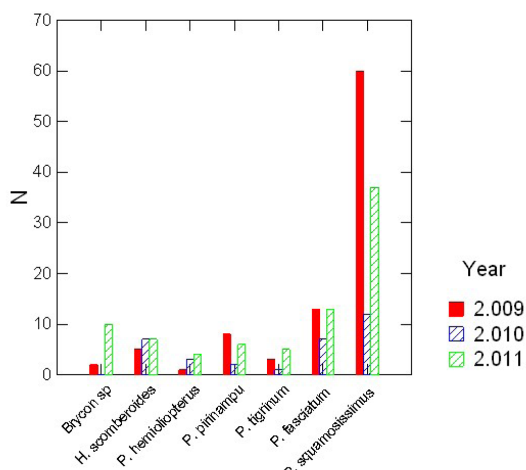


Figura 5 Distribuição de espécies de peixes capturados ao longo dos três anos de torneios de pesca amadora realizados no distrito de Porto Rolim de Moura, município de Alta Floresta d´Oeste (RO)

No ano de 2011 houve o maior número de embarcações atuando na região (24). O primeiro ano teve 17 embarcações, com declínio no ano seguinte (15) (Figura 2).

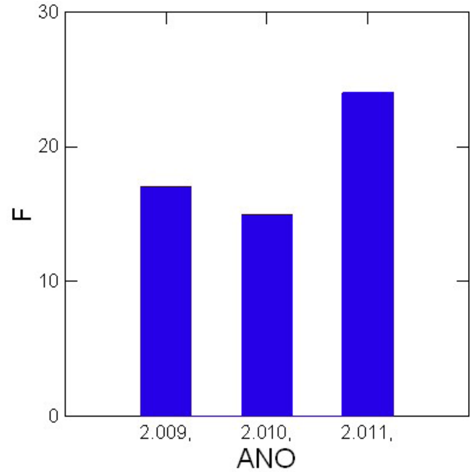


Figura 2 Número de embarcação (Esforço) por ano ao longo dos três anos de torneios de pesca amadora realizados no distrito de Porto Rolim de Moura, município de Alta Floresta d´Oeste (RO)

3.2 CPUE

A análise de CPUE mostrou maiores valores em 2009 (5,41 peixes/embarcação), seguido de 2011 (3,42 peixes/embarcação) e 2010 (2,13 peixes/embarcação) (Figura 6).

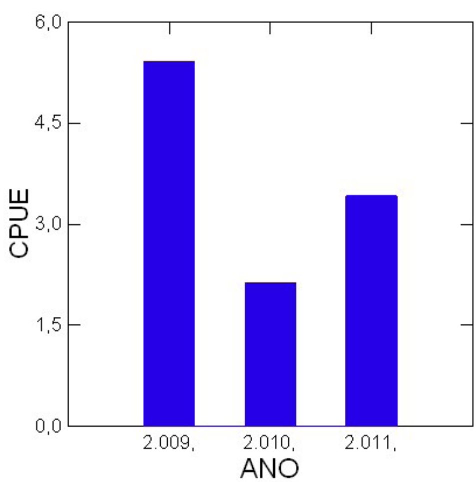
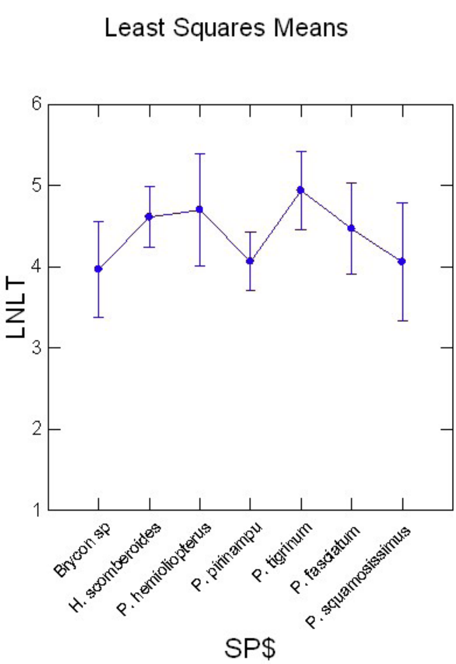


Figura 6 Distribuição de CPUE por ano ao longo dos três anos de torneios de pesca amadora realizados no distrito de Porto Rolim de Moura, município de Alta Floresta d´Oeste (RO)

O modelo de ANOVA inicialmente testado foi $lnLt = \mu+ANO+LUA+SP+\varepsilon$. As interações entre as variáveis que envolviam ANO e LUA, bem como as duas variáveis isoladas não foram significativas, indicando não serem determinantes para o sucesso da captura ($p>0,05$). Apenas a variável espécie-SP foi significativa ($p=0,000$) e a ela foi

aplicado um teste Tukey *a posteriori* para comparação aos pares.

A comparação aos pares para a variável espécie-SP mostrou que o comprimento médio logaritmizado de *Brycon* sp ($\bar{L}_t$ =26,58cm; SD=14,656cm) foi diferente e inferior a *H. scomberoides* ($\bar{L}_t$=57,63cm; SD=11,230cm) (p=0,031), *P. hemioliopterus* ($\bar{L}_t$ =59,50cm; SD=10,667cm) (0,010) e *P. tigrinum* ($\bar{L}_t$ =66,89cm; SD=14,128cm) (0,001). O comprimento médio de *P. pirinampu* ($\bar{L}_t$ =39,06cm; SD=12,772cm) foi diferente e inferior ao de *H. scomberoides* (p=0,000), *P. tigrinum* (p=0,000) e *P. fasciatum* ($\bar{L}_t$ =59,27cm; SD=11,838cm) (0,040). *P. tigrinum* teve seu comprimento médio superior e diferente de *P. fasciatum* (p=0,48) e de *P. squamosissimus* ($\bar{L}_t$ =40,88cm; SD=6,871cm) (p=0,25) (Figura 6; Tabela 2).



POST SP$/ TUKEY POOLED

SP$(i)	SP$(j)	Difference	p-Value
Brycon sp	*H. scomberoides*	-0,645	0,031
	P. hemioliopterus	-0,730	0,010
	P. pirinampu	-0,095	0,752
	P. tigrinum	-0,973	0,001
	P. fasciatum	-0,498	0,240
	P. squamosissimus	-0,089	0,877
H. scomberoides	*P. hemioliopterus*	-0,086	0,815
	P. pirinampu	0,550	0,000
	P. tigrinum	-0,328	0,061
	P. fasciatum	0,146	0,489
	P. squamosissimus	0,556	0,134
P. hemioliopterus	*P. pirinampu*	0,635	0,082
	P. tigrinum	-0,242	0,514
	P. fasciatum	0,232	0,609
	P. squamosissimus	0,641	0,327
P. pirinampu	*P. tigrinum*	-0,878	0,000
	P. fasciatum	-0,403	0,040
	P. squamosissimus	0,006	0,987
P. tigrinum	*P. fasciatum*	0,474	0,048
	P. squamosissimus	0,883	0,025
P. fasciatum	*P. squamosissimus*	0,409	0,246

Figura 6: Distribuição de valores médios de comprimento de peixes, de acordo com as espécies testadas a posteriori, para as capturas ocorridas aos longo dos três anos de torneios de pesca amadora realizados no distrito de Porto Rolim de Moura, município de Alta Floresta d´Oeste (RO)

Espécie	N	$Lt_{médio}$	SD	Lt_{max}	Lt_{min}	$Lt_{mediana}$
Brycon sp	12	26,58	14,656	61,0	15,0	17,50
Hydrolycus scomberoides	19	57,63	11,23	78,0	40,0	56,00
Phractocephalus hemioliopterus	8	59,50	10,667	74,0	42,0	56,00
Pseudoplatystoma tigrinum	9	66,89	14,128	85,0	50,0	66,00
Pseudoplatystoma fasciatum	33	59,27	11,838	80,0	33,0	61,00
Pinirampus pirinampu	16	39,06	12,772	61,0	13,0	41,00
Plagioscion squamosissimus	109	40,88	6,871	75,0	15,0	42,00

Tabela 2: Distribuição de comprimentos médios, máximos e mínimos, SD e N para cada espécie capturada

4 I DISCUSSÃO

4.1 Capturas

As pescarias amadoras ou esportivas têm crescido no Brasil e o número de praticantes é desconhecido. A atividade é alvo de ações e estudos do setor de Turismo, centradas nos aspectos empresariais e de divulgação, sem que haja avaliações de variáveis biológico-pesqueiras pertinentes ao bom gerenciamento da atividade. Apesar disso, os torneios de pesca têm sido cada vez mais frequentes em águas continentais ou marinhas e a busca por regiões bem conservadas é associada às maiores capturas.

A região amazônica tem se tornado um importante destino de turismo pesqueiro, considerando os atrativos naturais, torneios de pesca e o constante fomento à prática desportiva (Barroco & Freitas, 2014; Agripino e Maurizio, 2014). Particularmente, as pescarias amadoras no estado de Rondônia foram incentivadas através da criação de um projeto com apelos de sustentabilidade, com participação de algumas prefeituras do estado e da secretaria do meio ambiente local. Assim, a comunidade de Porto Rolim de Moura se tornou o principal expoente do turismo de aventura, ecológico e de pesca amadora (Silvestre, 2008).

Os torneios acompanhados por este estudo foram realizados entre 2009 e 2011. Atualmente seu território está inserido no Parque Estadual “Ilha das Flores” e as pescarias sem fins comerciais continuam ocorrendo na região, atraindo turistas de outros locais do estado e do Brasil.

As espécies de peixes que foram capturadas durante os torneios de pesca também estiveram presentes nas pescarias artesanais descritas por Doria et al (2018) em seu estudo dos desembarques pesqueiros das porções média e alta do Rio Madeira e no Rio Mamoré. Os Siluriformes representaram 17% da captura desembarcada e os Characiformes 65%. Os estudos de Lopes et al (2020) indicaram a presença de *Brycon* sp, *Phractocephalus hemioliopterus*, *Pseudoplatystoma fasciatum* em seu estudo etnozoológico.

Estas ordens também foram mencionadas por Sousa et al (2021) nos estudos sobre

as pescarias comerciais, embora os Perciformes tenham respondido por um percentual inferior e isso pode ser justificado pela diferença no petrecho de pesca utilizado, uma vez que as pescarias comerciais são praticadas predominantemente com redes de espera. Apesar disso, todas as espécies presentes neste estudo também estivem presentes nos estudo sobre as pescarias comerciais, evidenciando o incremento na pressão de pesca sobre estas espécies.

A predominância dos Perciformes (53%) pode ser explicada por que o único representante desta Família (*P. squamosissimus*) que foi capturado tem hábitos sedentários e de formação de cardume. Esta espécie realiza movimentos migratórios oportunistas (Isaac et al, 2012) de pequena dimensão associados à variação sazonal, buscando áreas mais profundas nos canais dos rios ou em poções durante a estação seca (Nunes, 2014). Assim, sua predominância pode estar associada à presença de um cardume na região das pescarias. A espécie tem primeira maturação sexual em torno de 159mm (Cesar, 2014), com fecundação externa, sem comportamento migratório associado à reprodução nem cuidado parental ativo (Amadio e Bittencourt, 2005). Os peixes estudados por Cesar (2014) no Rio Machado (RO) tiveram o início de seu período reprodutivo entre setembro e outubro coincidindo com o final da estação seca e período de transição para a estação chuvosa. Os indivíduos capturados no período deste estudo tinham, em sua maioria, comprimento superior ao tamanho de primeira reprodução. Ao contrário de outros Perciformes, como *Micropterus salmoides* e, dada a ausência de cuidado com a prole e de comportamento migratório, os possíveis impactos sobre o cardume não estariam associados ao comprometimento da prole, se presente.

Os Siluriformes representaram 32% das capturas e todas as espécies capturadas realizam movimentos migratórios para fins reprodutivos, tróficos ou de dispersão e são fortemente influenciados pelo nível do rio (Isaac et al, 2012). Os Pimelodidae são peixes predadores com tendência à piscivoria, com migrações motivadas principalmente por finalidades reprodutivas e por alimentação (Luca, 2010).

O gênero *Pseudoplatystoma* compreende os maiores peixes da família Pimelodidae e neste estudo houve a captura de *P. fasciatum* e *P. tigrinun*. Estas são espécies migradoras que se reproduzem no leito dos rios na estação chuvosa, com período reprodutivo curto e não protegem a prole (Sato et al, 2003). Os movimentos migratórios de *Pseudoplatystoma* também são motivados por estímulos alimentícios (Reid, 1983). A facilidade em capturar indivíduos de grande porte de *P. fasciatum* pode estar associada à maior abundância de indivíduos de maior porte na calha do rio entre os meses de junho a dezembro, em contraponto à distribuição de indivíduos menores em áreas marginais alagadas entre fevereiro e abril (Resende et al, 1995). O tamanho mínimo de captura de ambas as espécies de *Pseudoplatystoma* é de 80cm (Portaria Nº 08/96; Portaria Ibama-AM Nº 01/01) e o direcionamento de pescarias para indivíduos de maior porte poderia ocorrer com a orientação para que pescadores amadores utilizassem anzóis de maior tamanho.

Atualmente, a Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148/2022, incluiu o *P. corruscans* na Lista Oficial das Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção, na categoria Vulnerável (VU), proibindo sua pesca. Outras espécies como *P. punctifer e P. tigrinum* não tiveram suas capturas proibidas.

Mateus e Penha (2007) estudaram os aspectos de avaliação de estoques de *P. fasciatum* e *P. pirinampu* no Mato Grosso e concluíram que ambos se encontravam sob ameaça de sobrepesca, sugerindo a redução de suas capturas para a redução dessa ameaça.

O *P. pirinampu* tem, segundo Peixer et al (2003), sua primeira maturação em indivíduos com L_{50}=574mm para fêmeas e L_{50}=536mm para machos, com desenvolvimento gonadossomático iniciando-se em setembro na região do Pantanal do Mato Grosso do Sul. Mateus e Penha (2007) descrevem a espécie como migradora, reproduzindo-se nos leitos dos rios nas épocas chuvosas e com L_{50}=53,13cm, levando a acreditar que os peixes capturados durante os torneios eram imaturos. Além do *P. pirinampu*, acredita-se que *P. hemioliopterus* também tenha sido alvo das capturas tendo tamanho inferior ao de primeira reprodução. Esta espécie também possui hábitos migratórios (Godinho, 2007) e tem maturação a partir de 85 cm (Santos et al, 2006), indicando que os peixes capturados durante os torneios estavam abaixo do tamanho mínimo para reprodução.

Os indivíduos capturados da espécie *H. scomberoides*, espécie migratória (Costa et al, 2008), com hábitos piscívoros, desovam no início da enchente próximos à vegetação ao longo das margens de rios; os adultos vivem principalmente no leito dos rios e os jovens preferem o meio da vegetação, especialmente às margens de rios de água branca (Santos et al, 2006). A espécie atinge maturidade sexual aos 27cm em rios Bolivianos (Sarmiento, 2018) e acredita-se que alguns dos indivíduos capturados ainda não tivessem atingido esta etapa.

4.2 Esforço pesqueiro e CPUE

O esforço de pesca foi considerado neste trabalho como uma expressão do número de embarcações envolvidas nos torneios de pesca. Considerando o aumento do esforço ao longo do tempo e a redução do número de peixes vulneráveis às pescarias (Ward et al, 2013) o presente estudo mostrou o declínio de valores de CPUE durante o período. O esforço de pesca afeta a população de peixes através de processos óbvios (captura) ou pouco aparentes, como o descarte (mortalidade por descarte) ou modificações do habitat (Camp et al, 2016). O esforço empregado atualmente é desconhecido, bem como informações sobre as capturas.

A queda nos valores de CPUE pode ser reflexo do aumento do esforço pesqueiro ao longo dos anos e este declínio pode ser reflexo de capturas não informadas associadas às pescarias amadoras ou artesanais em outros trechos do Rio Guaporé. Vale ressaltar que as capturas das pescarias amadoras, mesmo quando adotada a prática do “pesque e solte”,

não assegura a sobrevida dos peixes capturados e não há informações disponíveis sobre a evolução da atividade na região, seja em termos do esforço empregado, seja em termos das capturas e/ou devoluções dos peixes aos rios. Em relação às pescarias artesanais, apesar de haver legislação específica e relativo controle sobre os desembarques, destaca-se que muitas vezes as capturas são destinadas à subsistência, haja vista a grande quantidade de pequenos povoados e habitantes das regiões ribeirinhas. Dessa forma, o volume de pescado retirado não é contabilizado nas estatísticas oficiais.

Em julho de 2011 foi promulgada a Lei Estadual 2.508, restringindo as pescarias comerciais entre a foz do Rio Cabixi até a foz do Rio São Miguel, trecho em que o local de estudo está inserido. A cota semanal por pescador artesanal foi reduzida para 70kg, mantendo-se liberadas as pescarias de subsistência e amadoras.

À época, o então Ministério de Aquicultura e Pesca e o IBAMA mantinham o acompanhamento do volume de pescado desembarcado pelas pescarias comerciais e os resultados foram 3.603,4 toneladas (2009), 2.889,0 toneladas (2010) e 3.791,3 toneladas (2011) (Brasil, 2010; MPA, 2011). Os resultados das pescarias comerciais podem sugerir uma relativa estabilidade nos desembarques de 2009 e 2011. Atualmente, com o apagão de dados sobre os recursos pesqueiros brasileiros, não é possível estimar a evolução do impacto de quaisquer modalidades pesqueiras no estado.

A análise estatística, ao revelar apenas as espécies de peixes como determinantes para os tamanhos dos peixes capturados, evidenciou que o sucesso das pescarias está relacionado ao tamanho dos indivíduos de acordo com a espécie alvo. De fato, o sucesso dos pescadores e/ou equipes em torneios de pesca é pautado nas dimensões individuais dos peixes e tal fato corrobora uma possível proposta quanto ao uso de anzóis maiores destinados às pescarias amadoras, assegurando a captura de indivíduos que já tenham alcançado seu tamanho mínimo para reprodução.

Apesar das perspectivas de soltura dos peixes, acreditando-se em sua sobrevida após a captura, Cooke & Snelson (2007) discorrem sobre o debate acerca da ética envolvida na prática de pesque e solte. As questões norteadoras para o debate se constituem no reconhecimento sobre a nocicepção e na capacidade dos peixes sentirem dor e medo e suas evidências são pautadas em lesões físicas, alterações subletais no comportamento, fisiologia ou condicionamento físico e mortalidade. Os autores destacam ainda que tais informações podem ser utilizadas por pescadores para minimizar os efeitos de suas pescarias (duração da luta e exposição ao ar, pesca em condições ambientais extremas, pesca durante o período reprodutivo) e a conscientização dos pescadores sobre os aspectos de bem-estar animal beneficiariam não só os indivíduos capturados, mas também suas populações.

Em relação aos diferentes atores envolvidos nas diferentes modalidades de pescarias, há tempos as discussões sobre os conflitos entre pescadores amadores e comerciais têm sido descritas (Cowx, 1999), bem como outros conflitos com ambientalistas e praticantes

de esportes náuticos (Cowx; Arlinghaus; Cooke, 2010). As pescarias conduzidas nos rios do estado de Rondônia também passam por discussões nesse sentido.

Além das diferentes pressões sobre o ambiente e os recursos pesqueiros, a construção das usinas hidrelétricas Santo Antônio e Jirau trouxe impactos à região devido ao represamento do Rio Madeira, tanto a jusante quanto a montante dos empreendimentos (Doria *et al* 2018), com declínio dos estoques pesqueiros.

Em contraponto aos desequilíbrios já provocados, ressalta-se que a região está inserida em uma área de proteção ambiental e, segundo Nikolaus *et al* (2022), as áreas protegidas têm redução de acesso e de perturbações ao ambiente. Como consequência, os autores destacam os benefícios sobre habitats essenciais para peixes jovens e para a manutenção da diversidade dos peixes, bem como para as espécies vegetais e outros animais

Além dos conflitos acerca dos territórios e dos recursos pesqueiros, deve-se levar em consideração que não há controle sobre os desembarques das pescarias amadoras, não sendo possível contabilizar a retirada dessa biomassa nas proposituras sobre a gestão dos recursos.

Outras medidas protetivas sobre os recursos pesqueiros também impactam a produção artesanal e a falta de fiscalização sobre as pescarias amadoras tende a tornar a discussão mais acirrada. Apesar disso, os benefícios econômicos derivados da cadeia produtiva das pescarias amadoras são inegáveis, embora não haja estimativas deste impacto sobre a comunidade de Porto Rolim de Moura.

Frente a esse cenário, faz-se urgente a retomada de estudos e levantamentos das diferentes modalidades pesqueiras no estado de Rondônia, facilitando as discussões sobre os usos dos recursos pesqueiros e seu ordenamento.

5 | CONCLUSÃO

Com base neste estudo foi possível observar que o principal fator que interfere no sucesso das pescarias amadoras é o tamanho individual da espécie alvo e a captura de indivíduos de maior porte é mais frequente. Este indicativo pode favorecer os processos legais e de ordenamento na região, com indicação do uso de anzóis maiores com vistas à captura de peixes que já tenham passado por etapas de reprodução apenas.

Apesar disso, não é possível assegurar o sucesso da prática de pesque e solte na região e falta de informações atuais sobre os recursos pesqueiros e os desembarques oriundos de diferentes modalidades pesqueiras dificulta a discussão sobre o ordenamento pesqueiro na região.

REFERÊNCIAS

Agripino, J.F.F. & Babini, M. (2013) A pesca na Amazônia ocidental: tratamento terminológico dos termos fundamentais. Revista de Estudos de Literatura, Cultura e Alteridade-Igarapé, v. 1, n. 1

Amadio, S.A.; Bittencourt, M.M. (2005) Táticas reprodutivas de peixes em ambientes de várzea na Amazônia Central. In: Renno, J.F.; García, C.; Duponchelle, F.; Nuñez, J. (Eds.) Biología de las Poblaciones de Peces de la Amazonía y Piscicultura. IIAP – IQUITOS / IRD – PARIS. Lima, 259p.

Arlinghaus, R. & Mehner, T. (2003). Socio-economic characterisation of specialised common carp (Cyprinus carpio L.) anglers in Germany, and implications for inland fisheries management and eutrophication control, Fisheries Research, Volume 61, Issues 1–3

Arlinghaus, R. & Mehner, T. & Cowx, I. (2002). Reconciling traditional inland fisheries management and sustainability in industrialized countries, with emphasis on Europe. Fish and Fisheries. 3. 261 - 316. 10.1046/j.1467-2979.2002.00102.x.

Barroco, L.S.A. & Freitas, C.E.D.C. (2014). A pesca esportiva na Amazônia: implicações para a sustentabilidade dos estoques pesqueiros e da atividade. *Revista Scientia Amazonia*, *3*(2), 93-99.

BRASIL. Boletim estatístico da pesca e aquicultura. (2010).

Camp, E.V.; Ahrens, R.N.M.; Allen, M.S.; Lorenzen, K. (2016) Relationships between angling effort and fish abundance in recreational marine fisheries. Fisheries Management and Ecology, 23, 264–275

Cesar, C.S. (2014). Atributos reprodutivos de Plagioscion squamosissimus (Heckel, 1840), (Perciformes, Sciaenidae) na região do médio Rio Machado Rondônia. Monografia (Engenharia de Pesca) Fundação Universidade Federal de Rondônia. Departamento de Engenharia de Pesca, Presidente Médici

Cooke,S.J. & Sneddon, L.U. (2007). Animal welfare perspectives on recreational angling, Applied Animal Behaviour Science, Volume 104, Issues 3–4

Cowx, I. G. (1999)Are recreational fisheries sustainable in multiple aquatic resource user situations? Evaluating the Benefits of Recreational Fishing: Papers, Discussions and Issues. PITCHER, T. J. Held at the UBC Fisheries Centre: 15-20 p.

Cowx, I.G.; Arlinghaus, R.; Cooke, S.J. (2010). Harmonizing recreational fisheries and conservation objectives for aquatic biodiversity in inland waters. J Fish Biol, v. 76, n. 9, p. 2194-2215

Costa, M.C.; Ribeiro, R.S.; Silva, R.L.; Telles, M.P.C.; Silva JR, N.J. (2008). Diversidade ictiofaunística e compartimentação do Rio Caiapó, Goiás, por Usinas Hidrelétricas. Estudos, Goiânia, v. 35, n. 11/12, p. 1023-1054

Costa, A., Estrada, F.S., Pacheco, M.A., & Caramello, N. (2021). Indicadores de conexão informacional na Comunidade Fluvial Rolim de Moura do Guaporé–Rondônia. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasilera de geografia*, (51).

Doria, C.R.C., Dutka-Gianelli, J., Athayde, S., Luiz, A.M.M.T., Brasil, W., Estupiñán, G.M.B., ... & Torrente-Vilara, G. (2018). Grandes hidrelétricas na Amazônia: impactos no recurso pesqueiro e na pesca artesanal, desafios e lições aprendidas na bacia do Rio Madeira. *Revista Ciências da Sociedade*, *2*(4), 79-106.

Fonteles Filho, A.A. (1989). Recursos Pesqueiros: Biologia e dinâmica populacional. Fortaleza. Imprensa Oficial, 67-98.

Gentil, E., Machado, R., & Dantas, D.V. (2020). Pesca esportiva e conservação ambiental: uma interação possível? *Qualidade ambiental e conservação da biodiversidade*, *1*, 147-168.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017) Censo Brasileiro de 2017. Rio de Janeiro

Isaac, V.J.; Fabré, N.N.; Silva, C.O.; Ruffino, M.L.; Saint-Paul, U. (2012) Ecologia da Fauna Ictíica. In: Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: uma avaliação integrada / Vandick da Silva Batista... [et al.]. Organizadores. – Brasília: Ibama/ProVárzea. 276 p.

Lopes, B.E.R., Thomazin, F.C.G., & Romano, M.G. (2020). Bacia Hidrográfica do Rio Mequéns: levantamento etnozoológico da ictiofauna em uma comunidade tradicional ribeirinha. *Ethnoscientia-Brazilian Journal of Ethnobiology and Ethnoecology*, *5*(1).

Luca, A.S. (2010) Aspectos de reprodução e alimentação de Pseudoplatystoma punctifer (Castelnau, 1855) (Siluriformes, Pimelodidae) na Bacia do Rio Teles Pires, Alta Floresta-MT. Tese (Doutorado), UFSCar, São Carlos, 92f.

Mateus, L.A.F; Penha, J.M.F. (2007) Avaliação dos estoques pesqueiros de quatro espécies de grandes bagres (Siluriformes, Pimelodidae) na bacia do rio Cuiabá, Pantanal Norte, Brasil, utilizando alguns Pontos de Referência Biológicos. Rev. Bras. Zool. vol. 24 nº 1 Curitiba Mar.

MPA. (2011) Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011.

Murray-Jones, S., & Steffe, A.S. (2000). A comparison between the commercial and recreational fisheries of the surf clam, Donax deltoides. *Fisheries Research*, *44*(3), 219-233.

Nikolaus, R.; Matern, S.; Schafft, M.; Maday, A, Wolter, C.; Klefoth, T.; Arlinghaus, R. (2022). Influence of protected riparian areas on habitat structure and biodiversity in and at small lakes managed by recreational fisheries, Fisheries Research, Volume 256,

Nunes, M.U.S. (2014) Conhecimento ecológico de pescadores sobre padrões migratórios de peixes em um rio tropical. Dissertação (Mestrado). Departamento de Ecologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Peixer, J., Mateus, L.A.F.; RESENDE, E.K. (2006) First gonadal maturation of Pinirampus pirinampu (Siluriformes: Pimelodidae) in the Pantanal, Mato Grosso do Sul State, Brazil. Braz. J. Biol., 66(1B): 317-323

Petrere Jr, M. & Giacomini, H.C. (2010). Catch-per-unit-effort: which estimator is best? *Brazilian Journal of Biology* 70 (2010): 483-491.

Reid, S. B. (1983) La biologia de los bagres rayados Psedoplatystoma fasciatum e P. tigrinum en La cuenca del rio Apure. Venezuela. Revista Unellez de Ciência y Tecnologia. Serie: Produccion Agrícola. Barinas, año 1, Diciembre (1): p. 13-41.

Resende, E.K.; Catella, A.C.; Nascimento, F.L.; Palmeiras, S.S.; Pereira, R.A.C.; Lima, M.S.; Almeida, V.L.L. (1995) Biologia do curimbatá (Prochilodus lineatus), pintado (Pseudoplatystoma coruscans) e cachara (Pseudoplatystoma fasciatum) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul. Corumbá, MS: EMBRAPA – CPAP, 1995. 75 p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 02).

Santos, G.M., Ferreira, E.J.G., Zuanon, J.A.S. (2006) Peixes comerciais de Manaus – Manaus: Ibama/AM, ProVárzea, p. 144, il.: color. ; 27x21cm.

Sato Y, Fenerich-Verani N, Godinho HP. (2003) Reprodução induzida de peixes da Bacia do São Francisco. In: Godinho HP, Godinho AL (org.). Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003. p.274-290.

Sarmiento, J., Bigorne, R., & Carvajal-Vallejos, F. M. (Eds.). (2018). *Peces de Bolivia. Bolivian fishes*. IRD Éditions.

Silvestre, R. P. (2008). O turismo no espaço rural em Rondônia sob um enfoque mercadológico.

Sousa, R.G.C., Freitas, H.C.P., Zacardi, D.M., & Faria-Junior, C.H. (2021). Effects of river dams on the fish guilds in the northwest region of the Brazilian Amazon. *Fisheries Research*, *243*, 106091.

Taylor, G.C.; Weylb, O.L.F.; Cowleyb, P.D.; Allend, M.S. (2015) Dispersal and population-level mortality of Micropterus salmoides associated with catch and release tournament angling in a South African reservoir. Fisheries Research 162; 37–42

Ward, H.G.M.; Askey, P.J.; Post, J.R. (2013) A mechanistic understanding of hyperstability in catch per unit effort and density-dependent catchability in a multistock recreational fishery. Can. J. Fish. Aquat. Sci.70: 1542–1550

ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO POR EROSÃO HÍDRICA EM BACIA HIDROGRÁFICA

Data de aceite: 02/01/2023

Mariane Rodrigues da Vitoria
Universidade Federal de Goiás
Goiânia, Brasil

Klaus de Oliveira Abdala

RESUMO: Neste trabalho, foi proposta uma metodologia para quantificar a erosão hídrica, ou seja à perda de solo e transporte de sedimentos. Para tal foi utilizado um software de modelagem matemática, baseado na Equação Universal de Perda de Solo, associado a um Sistema de Informações Geográficas. O presente modelo se mostrou eficiente para ser utilizado na gestão de bacias hidrográficas, através da estimativa de solo erodido e carreado até o corpo hídrico. De fato, o aumento progressivo das erosões às margens de recursos hídricos pode causar impactos negativos na qualidade de água de uma região, bem como onerosos curtos tais como a retirada de sedimentos por dragagem.
PALAVRAS-CHAVE: Erosão hídrica, Bacia hidrográfica, InVEST.

ABSTRACT: In this work, a methodology was proposed to quantify water erosion, that is, soil loss and sediment transport. For that, mathematical modeling software was used, based on the Universal Soil Loss Equation, associated with a Geographic Information System. The present model proved to be efficient to be used in the management of watersheds, through the estimation of eroded soil and carried to the water body. In fact, the progressive increase in erosion on the margins of water resources can cause negative impacts on the water quality of a region, as well as costly shortfalls such as the removal of sediments by dredging.
KEYWORDS: Water erosion, Watershed, InVEST.

1 I INTRODUÇÃO

Mudanças no uso e ocupação do solo causam impactos que podem ir além da escala local. Um dos maiores problemas gerados pela conversão de terra, principalmente próximo aos afluentes e corpos d'água, é o acúmulo de sedimentos seguido pelo assoreamento (CARVALHO,2000). Altas taxas de erosão e assoreamento em bacias hidrográficas são resultado, principalmente, do

desflorestamento e degradação florestal de encostas e matas ciliares, do uso inadequado de implementos agrícolas (como maquinários), e principalmente, da falta de utilização de práticas conservacionistas (CHAVES, 2013).

A preservação de corpos hídricos, como a bacia hidrográfica Córrego do Bandeira, está relacionada a uma complexa rede de interações denominada funções ecossistêmicas. Essas funções são fundamentais para a manutenção do bem-estar da sociedade, uma vez que são responsáveis pela criação de um conjunto de bens e utilidades às comunidades usuárias.

A bacia hidrográfica Córrego do Bandeira, é delimitado por uma sub-bacia do Ribeirão João Leite, um dos três principais mananciais de abastecimento de água da cidade de Goiânia, capital do estado de Goiás, esse corpo hídrico vem sendo degradado ao longo dos anos, principalmente devido ao inadequado uso do solo, ocupação desordenada e redução da cobertura vegetal (NASCIMENTO, 1998). Trata-se de um manancial de importância estratégica, responsável atualmente por cerca de 50% do suprimento de água para a RGM (BUMA, 2017).

Neste trabalho, foi proposta uma metodologia para quantificar a erosão hídrica, ou seja à perda de solo e transporte de sedimentos. Para tal foi utilizado um software de modelagem matemática, baseado na Equação Universal de Perda de Solo, associado a um Sistema de Informações Geográficas. Para aplicar tal metodologia, foi proposto um estudo de caso, no qual foi utilizada a bacia hidrografica do Córrego do Bandeira.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Marco Legal: Premissas Básicas

Ao longo dos anos discursos acerca da importância dos recursos naturais assim como os efeitos gerados pela sua escassez tomam conta de diversas áreas do conhecimento. A tomada de consciência dessa realidade levou à definição de diretrizes e metas em diferentes pactos internacionais, nacionais e municipais, para o bem esta e segurança da população (PDI-RMG, 2017).

Tem-se verificado que o modelo de desenvolvimento tecnológico, científico e econômico em curso, além dos diferentes arranjos sociais, estão em contramão ao conceito do que seria desenvolvimento sustentável. Desta forma, a fim de traçar uma rota de sustentabilidade ambiental foi estabelecida a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável aprovada em 2015 pela ONU. Nesta, preveem-se 17 Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), ao qual devem ser cumpridos até 2030 (MATTOS, 2015). O documento de 2016, destaca que os assentamentos humanos devem:

- Adotar e implementar a redução e gestão de risco de desastres, reduzam a vulnerabilidade, construam resiliência e capacidade de resposta a perigos naturais e gerados pelo homem, e promovam a mitigação e a adaptação à alteração

climática;

- Protejer, conservar, restaurar e promover seus ecossistemas, água, habitats naturais e biodiversidade, minimizar impactos ambientais, e migrem para padrões de consumo e produção sustentáveis.

Dentre outros pontos.

Neste enfoque, diversos estados a exemplo de, Goiás, tem cumprido as metas de melhorias em atendimento aos requisitos ao desenvolvimento sustentável, promovendo a qualidade de vida da população. Dentre as ações à gestão integrada dos recursos hídricos merece destaque.

Uma vez, que a escassez de água para consumo humano pode ser considerada preocupante. A utilização indiscriminada, o desperdício, poluição e processos de assoreamento dos corpos hídricos têm provocado, em periodos de estiagem, sérios problemas de restrição de água para consumo (CONCEIÇÃO, 2017).

Assim, em 2015, o Governo Estadual de Goiás divulgou o Plano Estadual de Recursos Hídricos, onde há, relevantes esforços no sentido de articular ações de proteção aos recursos hídricos, dentre os quais se destaca a constituição da APA do Ribeirão João Leite, visando à preservação do reservatório de água que abastece parte da RMG.

2.2 Solo e Erosões às Margens de Recursos Hídricos

O solo é responsável por diversos processos ambientais, que vão desde a ciclagem e o armazenamento de nutrientes, até a reserva de água para o abastecimento do lençol freático e de aquíferos (MONTANARELLA,2015). Pode ser classificado em contexto ambiental como um serviço ecossistêmico de suporte, definido como aquele necessário para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos sendo, incluso nessa categoria como exemplo a formação de solo (ALARSA,2018).

Porém, ao longo do tempo esse rico material vem sendo degradado. Conforme dados da FAO, devido à erosão, a cada ano se perdem cerca de 20 bilhões de toneladas de solos no mundo, o que equivale a mais de três toneladas de solo por pessoa (PRADO, 2016).

O termo erosão, proveniente do latim erodere, pode ser definido como “um conjunto de processos pelos quais os materiais terrosos e rochosos da crosta terrestre são desagregados, desgastados ou dissolvidos e transportados pela ação dos agentes erosivos” (IPT, 1986; CRUVINEL, 2016; DINIZ, 2017).

Trata-se, pois, de um processo que ocorre por intermédio de diversos agentes, que podem ser naturais (clima, relevo, geologia e vegetação) ou podem ocorrer por ações antrópicas, políticas, econômicas, sociais, tecnológicos e institucionais (MONEGATI, 1991, SHIFERAW, 2011).

Em relação à classificação (figura 1), processos erosivos podem ser classificados em erosão hídrica (pluvial, fluvial, de subsuperfície e marinha), eólica e glacial (JESUS,

2013). Em regiões com clima tropical, como o Brasil, onde os totais pluviométricos são bem mais elevados do que em outras regiões do mundo, os processos erosivos causados pela água da chuva (fator climático) têm abrangência em quase toda a superfície terrestre (AZEVEDO, 2017). Além disso, em muitas dessas áreas, as chuvas concentram-se em certas estações do ano, o que agrava ainda mais a erosão (GUERRA et al., 1999). Jesus (2013) cita que a erosão hídrica, talvez, não seja o tipo de erosão mais comum, mas, com certeza, é um dos mais (senão o mais) impactante.

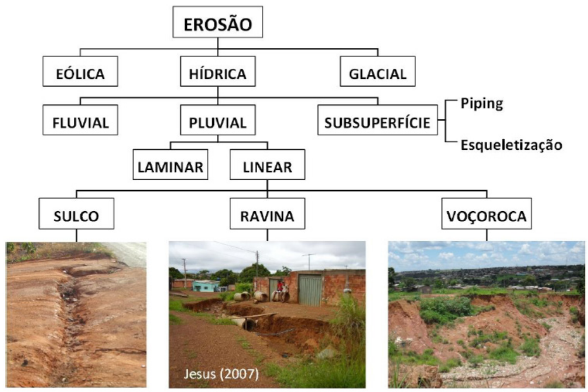


Figura 1: Classificação dos processos erosivos.

Fonte: Jesus (2013).

Nesse sentido, o aumento progressivo das erosões às margens de recursos hídricos pode causar impactos negativos na qualidade de água de uma região. Quanto aos impactos, tem-se o assoreamento de riachos, rios, e reservatórios, o aumento da concentração de nutrientes ou elementos tóxicos nas água gerado pelo transporte de sedimentos.(KHWLIE et al., 2002; CHAVES et al., 2012; FROTA & NAPPO, 2012 e CRUVINEL, 2016).

Os sedimentos, por sua vez, são componentes naturais integrantes dos cursos hídricos (OLIVEIRA, 2013). Todavia, a depender da quantidade e da qualidade dos sedimentos aportados na bacia, haverá a possibilidade de manifestação de diversos fenômenos prejudiciais à sua qualidade (SANTOS, 2010).

Por fim, para análise de degradação de uma bacia, estudos de assoreamento de rios e reservatórios,bem como para diversas outras pesquisas ambientais são um importante mecanismo na tomada de decisões, quanto ao planejamento de atividades na bacia, uma vez, que a quantidade de sedimento está diretamente ligada ao uso do solo (CARVALHO, 2000).

2.3 Modelagem de perda de solo - Universal Soil Loss Equation (USLE)

A modelagem realizada pelo software Integrated Valuation of Environmetal Services and Tradeoffs -InVEST tem como base para o cálculo da perda anual do solo a USLE.

Dessa forma, faz-se necessária uma abordagem acerca dos parâmetros que compõem a Universal Soil Loss Equation.

Este modelo de predição de erosão foi desenvolvido por Wischmeier e Smith (1965), sendo um dos modelos de erosão empíricos mais utilizados no mundo, pois permite estimar a perda anual de solo com base em dados de precipitação, características do solo, do terreno e uso e manejo do solo (OLIVEIRA, 2010).

A Equação Universal de Perda de Solo (USLE) está inserida no conceito de modelagem e é um subsídio importante para tomadas de decisões que envolvem questões ambientais, principalmente em relação à bacia hidrográfica (SILVA et al., 2010). Diniz (2017) ressalta que a USLE se caracteriza como uma ferramenta ideal para estudos de processos erosivos e de assoreamento nas bordas de reservatórios.

Diversos autores têm utilizado o modelo a fim de estimar processos erosivos por diversos fatores, dentre estes, está a grande demanda por informações acerca de impactos ambientais, além da facilidade de cálculo da USLE (Equação 1) e suas derivações utilizando Sistemas de Informações Geográficas – SIG (ZANIN, 2017).

USDA (1996) indica que o modelo foi projetado para gerar um resultado de predição anual da perda de solo; porém, possui como um de seus aspectos negativos a inadequação a estimativas de eventos pluviométricos específicos, uma vez que, para este parâmetro, são utilizados dados de precipitação média anual.

A Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) é definida como:

$$A = RxKxLSxCxP \qquad (1)$$

Onde,

A= perda de solo, em [ton.(ha..ano)-1];

R= fator erosividade da chuva, em [(MJ.mm). (ha. h. ano)-1];

K= fator erodibilidade do solo, em [(ton. h.). (MJ..mm)-1)];

LS= fator topográfico, integração do fator L, comprimento de rampa, e o fator S, declividade [adimensional];

C= fator uso e manejo do solo [adimensional]; e

P= fator práticas conservacionistas [adimensional].

Por fim, o resultado dessa equação prediz a perda de solo em ton ha^{-1} ano^{-1} em uma determinada área.

3 I METODOLOGIA

3.1 Área de estudo

A área de estudo compreende o Córrego do Bandeira (figura 2), por sua vez, é delimitado por uma sub-bacia do Ribeirão João Leite, apresentando área aproximada de 22 km², e subdivide sua área nos municípios de Goiânia e Nerópolis - GO.

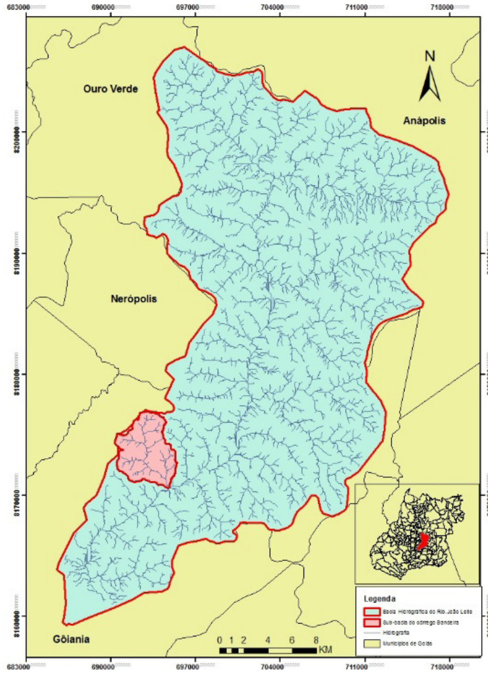


Figura 2: Em destaque área de estudo.

Fonte: O autor.

3.2 Integrated Valuation of Environmetal Services and Tradeoffs – InVEST

No presente trabalho foi proposta uma metodologia para quantificar a erosão hídrica, referente à perda de solo e transporte de sedimentos. Para tal foi utilizado um software de modelagem matemática (InVEST), baseado USLE, associado a um Sistema de Informações Geográficas.

De acordo com o Natural Capital Project[1], InVEST é um sistema de processamento de informações de acesso livre e de código aberto que utiliza um conjunto de modelos parametrizados. Esses modelos podem ser executados de forma independente ou como ferramentas. O design modular multisserviço do InVEST fornece ferramentas que permitem equacionar objetivos ambientais e econômicos de diversos setores, possibilitando aos tomadores de decisão a escolha de *tradeoffs* associados a alternativas viáveis. Permite identificar áreas onde o investimento destinado a conservação do capital natural podem melhorar o bem-estar humano (NATURAL CAPITAL PROJECT, 2019).

1 https://www.naturalcapitalproject.org/

3.3 Submodelo de Exportação de Sedimentos (Sediment delivery model – SDR)

De acordo com Natural Capital Project (2019), o objetivo do modelo de entrega de sedimentos é mapear a geração e a entrega de sedimentos por via terrestre para o fluxo (cursos hidrográficos). Em um contexto de mudanças em relação ao uso/cobertura da terra e eventos climáticos diversos, essas informações são necessárias para modelar o serviço de retenção de sedimentos em uma bacia hidrográfica e são de particular interesse para a gestão dos recursos hídricos.

As saídas do modelo de sedimentos incluem a carga de sedimentos fornecida ao fluxo em uma escala de tempo anual, bem como a quantidade de sedimentos erodidos na bacia e retidos por vegetação e características topográficas. Ou seja: a quantidade de solo que se desprende do seu local original e o aporte de sedimentos, que seria a quantidade de solo erodido que chega aos corpos d'água, em diferentes cenários de uso do solo (CAPITAL NATURAL PROJECT, 2019).

3.4 Parâmetros e Dados de Entrada Modelo - (Sediment delivery model – SDR)

Para o modelo de exportação de sedimentos, os dados geográficos de entrada requeridos (tabela 1) são: delimitação da bacia hidrográfica de interesse, modelo digital de elevação (MDE), mapa de uso e cobertura do solo, mapa de erodibilidade do solo e mapa de erosividade da chuva. Em relação aos dados tabulares requeridos, são os fatores C e P, (uso / manejo do solo e práticas conservacionistas), respectivamente, que são os parâmetros dependentes do uso e cobertura do solo.

DADOS DE ENTRADA	FORMATO	FONTE	DESCRIÇÃO
Modelo Digital de Elevação (MDE)	Raster	*Earth Explorer*	Mapa raster com o valor de elevação para cada célula.
Índice de Erosividade da Chuva (R)	Raster	Almeida (2015)	Mapa raster com o valor do índice de erosividade para região.
Erodibilidade do Solo (K)	Raster	Almeida (2015)	Mapa raster com o valor de erodibilidade.
Uso e Cobertura do Solo	Raster	MapBiomas	Mapa raster com os usos e coberturas da região de estudo.
Bacias Hidrográficas de Interesse (Watersheds)	Shapefile	Elaborado pela autora	Mapa com a delimitação das sub-bacias hidrográficas, analisadas.
Tabela Biofísica C/P	Arquivo CSV	Literatura específica	Tabela com os usos e coberturas dos solos.

Tabela 1: Relação de dados a serem inseridos no software InVEST para a predição, produção e retenção de sedimentos.

Fonte: Elaborado pelo autor. Adaptado de Zanella (2016).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estimativa de Fluxos Hidro - Sedimentológicos

A fim, de verificar os resultados gerados pelo InVEST, o modelo, calculou inicialmente a quantidade de sedimento erodido (USLEi), em seguida, o sedimento exportado (SDRi) que é a proporção de perda de solo que realmente alcançaria o exutório da bacia. Após adição dos dados, os resultados foram aferidos no ArcGIS 10.2.2. através da tabela de atributos do arquivo. Também foram analisados os mapas gerados pelo software.

4.1.1 Produção de Sedimentos ($USLE_i$)

De acordo com a modelagem realizada o valor referente a perda total de solo ($USLE_i$) foi de 1.485 (ton/ km²/ ano). As áreas escuras (figura 3) foram as que apresentaram uma maior perda de solo, ou seja, sedimentos que poderiam chegar ao curso hídrico a depender das condições locais.

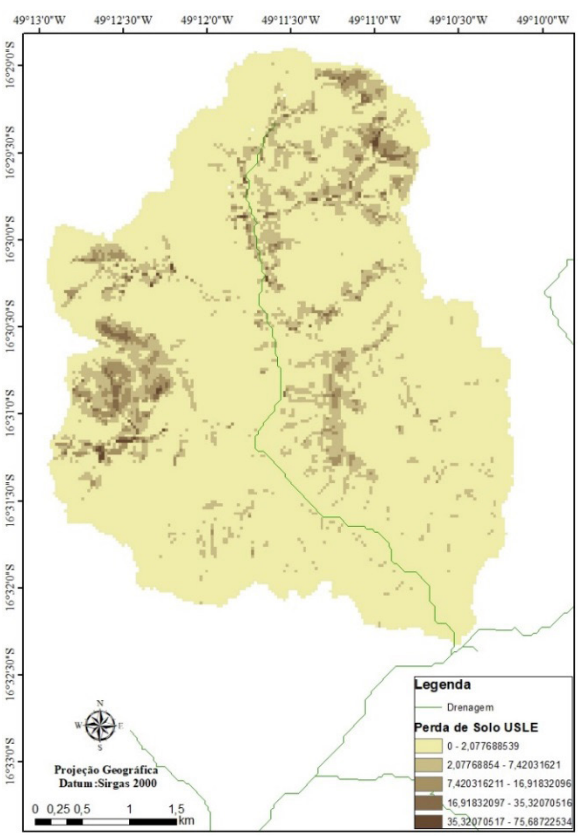


Figura 3:Sedimentos produzidos (USLEi),.

Fonte: autor (gerado no software InVEST).

4.1.2 *Sedimento Exportados*

Após calculada a quantidade de sedimentos produzidos (USLEi), posteriormente, o programa, calculou a quantidade de sedimento exportado (SDRi), que é a proporção de perda de solo que realmente alcança o exutório das bacias (figura 4). Desta forma, observa-se que a quantidade de sedimentos exportados 29 (ton/ km²/ ano), sofre influência do resultado obtido anteriormente, ou seja, da quantidade de sedimentos produzidos (USLE).Ressalta-se que o índice de exportação, representa de fato um valor absoluto em toneladas/ano do aporte de sedimento, oriundo dos processos de erosão (MONTALVÃO, 2016).

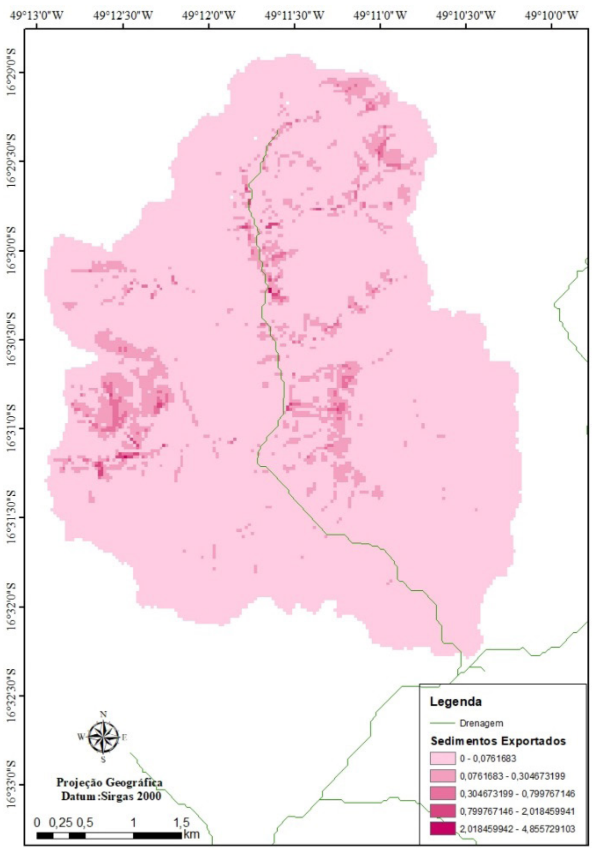


Figura 4:Sedimentos Exportados 2017.

Fonte: autor (gerado no software InVEST).

5 I CONCLUSÕES

O presente modelo se mostrou eficiente para ser utilizado na gestão de bacias hidrográficas, assim como na escolha de bacias consideradas como prioritárias para

projetos de conservação e mitigação, através da estimativa de solo erodido, carreado até o corpo hídrico. Além disso, com essas estimativas seria possível realizar algumas valorações econômicas, tais como o custo gasto com dragagem para a retirada de sedimentos no local.

De fato, o aumento progressivo das erosões às margens de recursos hídricos pode causar impactos negativos na qualidade de água de uma região. Quanto aos impactos, tem-se o assoreamento de riachos, rios, e reservatórios, o aumento da concentração de nutrientes ou elementos tóxicos nas águas (vindos por meio dos sedimentos transportados ou mesmo diluídos na água de escoamento). Por conseguinte, isso resultará na diminuição da qualidade da água – seja para consumo humano/animal, para a irrigação ou mesmo para o uso na geração de energia elétrica –, além do aumento da escassez em períodos de estiagem a exemplo na RGM.

Por fim, sobre o InVEST, entre as principais limitações do modelo está sua dependência do USLE. Neste sentido, se reconhece uma fragilidade acerca da estimativa da perda de solos por erosão, necessitando de uma maior calibração, tema que será estudado em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Rherison Tyrone Silva et al., Influência dos dados e métodos no mapeamento do uso e da cobertura da terra. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 43, p. 7-22, 2018.

ALARSA, Cecilia; FURLAN, Sueli Angelo; COLÂNGELO, Antonio Carlos. Aspectos do Meio Físico no Cenário dos Serviços Ecossistêmicos. Revista do Departamento de Geografia, p. 184-195, 2018.

AZEVEDO, Lícia Maria Nunes de. Calibração, validação e aplicação do modelo invest para a estimativa de benefícios aos serviços ecossistêmico na bacia do Ribeirão Pipiripau (DF/GO) Dissertação Mestrado UnB, 2017.

BUMA, Eni Liudmiliza Leite et al., Identificação e distinção de fonte de poluição fecal na Bacia hidrográfica Ribeirão João Leite, por metodologias moleculares. 2017.

CARVALHO, N. de O. et al.(2006) Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios. Agência Nacional de Energia Elétrica. Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas.

CHAVES, H.M.L. & PIAU, L.P. Efeito da variabilidade da precipitação pluvial e do uso e manejo do solo sobre o escoamento superficial e o aporte de sedimento de uma bacia hidrográfica do Distrito Federal. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32 p. 333-343, 2008.

CONCEIÇÃO, José Roberto da. Metodologia para identificação de áreas prioritárias para redução da erosão hídrica em bacias de mananciais de abastecimento público do Paraná: Estudo de caso bacia do Passaúna. 2017.

CRUVINEL, Karla Alcione da Silva et al. Avaliação da variabilidade de qualidade ambiental de bacias de mananciais de abastecimento público com a aplicação de um índice para o estado de Goiás. 2016.

DINIZ, Mariana dos Santos. Estudo da vulnerabilidade e modelagem ambiental para previsão de processos erosivos no entorno de reservatórios: O Estudo de Caso do Ribeirão Sarandi–UHE Corumbá IV, GO. 2016.

FROTA, Patrícia Vasconcelos; NAPPO, M. E. Processo erosivo e a retirada da vegetação na bacia hidrográfica do açude Orós-CE. Revista geonorte, v. 4, n. 4, p. 1472-1481, 2012.

GUERRA, A. J. T., silva, a. S. D e botelho, r. G. M. Erosão e conservação dos solos : conceitos, temas e aplicações Bertrand Brasil, Rio de janeiro, 339 p, 1999.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SAO PAULO. (1990). Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo, Bacia do Pardo Grande. São Paulo, 3v. (IPT). Relatório, 28:184.

JESUS, Andrelisa Santos de. Investigação multidisciplinar de processos erosivos lineares: estudo de caso da cidade de Anápolis-GO. 2013.

MONEGATI, C. Plantas de cobertura do solo: características e manejo em pequenas propriedades. Chapecó (SC): Ed. Do autor, 1991.

MONTALVÃO, Maria Tereza Leite. Modelagem dos serviços hidroambientais resultantes de práticas conservacionistas na Bacia do Córrego Taquara-DF. 2016.

MONTANARELLA, Luca et al. Status of the world's soil resources: main report. Embrapa Solos-Livro científico (ALICE), 2015.

OLIVEIRA, P. T. S.; Sobrinho, T. A.; Rodrigues, D. B. B. Mapeamento Do risco a erosão na Área de Proteção Ambiental do córrego Lageado, MS. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal, Brasil. p. 4133-4140. 2009.

OLIVEIRA, Wellington Nunes de et al., Avaliação da qualidade ambiental da paisagem da bacia hidrográfica e do reservatório do Ribeirão João Leite, . 2013.

PIRES, E. G. Caracterização ambiental de uma micro-bacia localizada em áreas de cerrado – solos e hidrologia. 2009. Dissertação (Mestrado), UFT, Palmas, 2009.

PRADO, Rachel Bardy et al. Current overview and potential applications of the soil ecosystem services approach in Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 9, p. 1021-1038, 2016.

SILVA, A. M.; Camargo, P. B.; Schulz, H.E. Erosão E Hidrossedimentologia Em Bacias Hidrográficas. São Carlos-Sp. 140p. 2004.

STEIN, D. P.; Donzelli, P. L.; Gimenez, A. F.; Ponçano, W. L.; Lombardi Neto, F. Potencial De Erosão Laminar, Natural E Antrópica Na Bacia Do Peixe-Paranapanema. In: Simpósio Nacional De Controle De Erosão, 4., 1987. Marília. Anais. São Paulo: Departamento Técnico De Água E Energia Elétrica, 1987. P. 105-135.

TALLIS, H. T. et al. InVEST 2.1 beta user's guide. the natural capital project. 2011.

WISCHMEIER, Walter H. et al. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning. Predicting rainfall erosion losses-a guide to conservation planning., 1978.

ZANIN, Paulo Rodrigo; Bonumá, Nadia Bernardi; Minella, Jean Paolo Gomes. Determinação Do Fator Topográfico Em Bacias Hidrográficas. Revista Brasileira De Geomorfologia, V. 18, N. 1, 2017.

CAPÍTULO 3

A PAISAGEM E O PLANEJAMENTO DE CIDADES TURÍSTICAS COSTEIRAS – O CASO DO MUNICÍPIO DE UBATUBA, SP, BRASIL

Data de aceite: 02/01/2023

Flavio Jose Nery Conde Malta
Professor Doutor, Universidade de Taubaté, UNITAU, São Paulo, Brasil

Trabalho Inscrito na Categoria de Resumo Expandido



1 I INTRODUÇÃO

O Turismo, atividade econômica na qual o consumo de espaços urbanos e rurais é uma característica importante, tem no planejamento urbano e rural uma ferramenta para promover o equilíbrio entre o uso e a ocupação do território e a manutenção de qualidades socioambientais na direção de um desenvolvimento sustentável.

Municípios litorâneos nos quais o turismo é relevante como atividade econômica e social, a aplicação do planejamento urbano e regional como ferramenta, volta-se principalmente para a relação positiva entre os ambientes naturais e os construídos na busca pelo controle do desenvolvimento e seus impactos sobre a transformação da Paisagem.

Municípios turísticos litorâneos nos quais a transformação da Paisagem, natural ou artificial, se dá sem a gestão dos impactos desta transformação sobre o ambiente, compromete a qualidade da experiencia turística e, ao final, sua própria economia.

A perda da qualidade dos ambientes turísticos litorâneos é um problema generalizado nos municípios turísticos brasileiros, carentes de planejamento urbano e regional de maneira continua e

permanente, como ocorre no município de Ubatuba. litoral norte paulista,

Neste caso, o uso indiscriminado de ambientes naturais onde prevalece a Mata Atlântica em suas várias formações - mangues, restingas, cachetais e taboal - para a abertura de acessos e construção de segunda residências, vem provocando perda crescente de cenários turísticos atraentes resultando em Paisagens transformadas pelo uso e ocupação intensiva de espaços urbanos. As consequências são sistêmicas, na medida em que populações locais tem seus empregos e renda diminuídos, estruturas familiares comprometidas e progressivo aculturamento com adoção de valores e princípios exógenos.

2 I OBJETIVO

O objetivo deste texto é apresentar e discutir sobre o papel da Paisagem urbana e seu planejamento em municípios litorâneos no Brasil, atentando-se para o caso de Ubatuba, município turístico localizado no Litoral Norte Paulista.

Neste sentido, procura-se entender como a legislação incidente sobre o território municipal, como instrumento do planejamento urbano, influencia o uso e a ocupação de áreas urbanas para o turismo e a manutenção da Paisagem enquanto atração como elemento de composição cênica local.

3 I METODOLOGIA

A pesquisa em andamento junto ao Laboratório de Planejamento Urbano e Regional da Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo- FAUUSP, tem revelado a importância de se adotar um olhar sistêmico sobre a Paisagem submetida a implantação do turismo pois o fenômeno urbano decorrente apresenta particularidades e complexidades próprias além do uso e da ocupação do solo, como a valorização da terra urbana e a formação de territórios de exclusão e segregação espacial, aspectos considerados nesta pesquisa.

Busca-se compreender, por meio de levantamentos e análises especificas elaboradas para o período de 1970 a 2020, como as legislações incidentes sobre o território e sua organização, em particular o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE), 2004, e o Plano Diretor Fisico,1984, contribuem e influenciam na transformação da Paisagem em Ubatuba.

O material a ser utilizado para análise resulta da elaboração de cenários obtidos em períodos temporais considerados utilizando-se como ferramental técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto.

Desenvolve-se uma metodologia quali-quanti com descrições comparativas de períodos anteriores e posteriores às legislações citadas, de maneira a identificar processos de urbanização e tipologias resultantes, e relacioná-los ***à*** transformação da Paisagem buscando evidenciar as variáveis selecionadas para a investigação, que são, a transformação da Paisagem, a valorização da terra urbana e a formação de áreas

espacialmente excluídas ou sujeitas a irregularidades em sua implantação.

Para a análise qualitativa do objeto pesquisado adota-se um método descritivo-comparativo a partir de séries históricas, dentro do período de estudo, obtidas com material resultante de revisões bibliográficas, pesquisa de campo, entrevistas, documentos oficiais, imprensa e depoimentos públicos.

Para a análise quantitativa segue-se o método indutivo, a partir da caracterização de áreas análogas ou similares, escolhidas segundo critérios pré-estabelecidos conforme sua condição geográfica, de evolução urbana e características de Paisagem, no mesmo recorte cronológico definido para a pesquisa.

3.1 Métodos de análise

A partir de levantamentos bibliográficos abrangentes e documentais como conteúdo de antigas atas da Câmara Municipal de Ubatuba e registros cartoriais obtidas em depoimentos de personalidades expressivas na história urbana de Ubatuba, elaborou-se um quadro teórico referencial relacionando o Turismo e a Paisagem como objetos de investigação, resultando em uma hipótese orientadora que questiona o papel das legislações na promoção da Paisagem e sua contribuição para o desenvolvimento sustentável do turismo no município de Ubatuba, em meio a um contexto técnico e político de ausência de integração entre o planejamento municipal e estadual.

A compreensão da influência das legislações estadual e municipal sobre o uso e a ocupação do solo em Ubatuba demandou uma complementação prática com a realização de trabalhos de campo em duas escalas - a macro, considerando o município em sua totalidade e no contexto regional, e a micro, considerando tradicionais porções territoriais - Maranduba, Estufa II e Sesmaria e Ubatumirim - que em Ubatuba são conhecidas pela população local como “Bairros – Sertões”, selecionadas por suas características socioambientais e físico-territoriais expressivas em termos de situações onde os processos de urbanização apresentam evidencias da influência das legislações na relação entre a Paisagem e o Turismo, iniciando-se pelo Bairro-Sertão da Maranduba.

Na análise desta relação considerou-se o cenário presente e o desenho da Paisagem resultante da aplicação das legislações mencionadas nos aspectos de uso e ocupação do solo e a urbanização decorrente do Turismo, utilizando-se de maneira comparativa material cartográfico e descritivo.

As consequências do processo de urbanização para a população foram analisadas segundo dados de infraestrutura, acesso à terra, oferta de emprego e renda e qualidade urbana e para isto utilizou-se cartografias temáticas elaboradas a partir de material disponível em concessionárias e prestadoras de serviço, além de resultados obtidos em campo.

Vale notar que os trabalhos de campo seguiram metodologia proposta por Joseph Grinnell, biólogo americano responsável pela introdução de registros sistemáticos de

campo conhecido como “Sistema Grinnell”.

O ambiente natural foi analisado em seus aspectos geomorfológicos, bióticos e abióticos obtidos de relatórios técnicos e representados cartograficamente, sendo que os ambientes construídos, entendidos como morfologias resultantes do turismo de segunda residência, foram analisados considerando indicadores urbanísticos previstos nas legislações de forma comparativa, atentando-se para o mercado de terras e tipologias de ocupação a partir de cartas temáticas elaboradas com auxílio de software de geoprocessamento utilizando-se imagens de satélite e fotos aéreas disponíveis.

4 I RESULTADOS

Até o momento, a pesquisa apresenta resultados preliminares obtidos a partir da análise de um bairro-sertão no município de Ubatuba, a Maranduba, localizado no extremo sul do município, divisa com o município de Caraguatatuba, no litoral norte paulista.

Estes resultados se referem principalmente à influência das legislações de uso e ocupação do solo vigentes no município, e evidenciam diferentes políticas para a Paisagem com resultados distintos.

O ZEE- Zoneamento Ecológico Econômico, legislação estadual cuja versão atual é de 2016, volta-se para um cenário de dimensões regionais assentado na preservação da Paisagem enquanto ambiente ecológico.

Resulta em um cenário local cujo desenho expressa a manutenção da Paisagem como uma moldura natural enquadrando o anfiteatro formado pelas escarpas da Serra do Mar nos limites do Parque Estadual. Nas áreas internas do bairro, assentamentos ocorrem nas planícies litorâneas e para as quais as limitações impostas pelo ZEE se referem a alterações nas taxas de ocupação reduzidas para preservar o que ainda existe de fragmentos de mata atlântica.

A legislação municipal chamada de Plano Diretor Físico, ou Lei 711 de 1984, volta-se totalmente para as normatizações que incidem sobre o mercado imobiliário, definindo taxas e coeficientes, tamanho de lotes e usos diversificados para tipologias habitacionais, comercio e serviços, portanto mais afeta ***às*** escalas locais, onde a Paisagem surge como expressão das escolhas feitas pelo mercado e que refletem o tipo de turismo praticado no município.

Como consequência direta da aplicação destas legislações e da política de impostos no município, verifica-se a inibição a certos tipos de ocupação da terra como hotéis, pousadas e chalés, em função do ganho imobiliário, favorecendo a construção de edifícios verticais.

Em algumas partes do Bairro da Maranduba, ao longo da planície litorânea, a situação fundiária reflete um desestimulo a certas ocupações menos agressivas à Paisagem, favorecendo a grilagem e a invasão de terras para futuros parcelamentos irregulares e de

baixa qualidade, com prejuízo a Paisagem litorânea.



Figura – Ocupação urbana em área protegida no bairro da Maranduba, Ubatuba, SP

Fonte: Arquivo Pessoal,2021.

5 I CONCLUSÃO

A principal conclusão obtida até o presente estágio da pesquisa revela a importância do planejamento urbano com foco na Paisagem e sua transformação, para composição dos ambientes turísticos urbanos em destinos litorâneos como o litoral norte paulista e em especial em Ubatuba. As morfologias urbanas decorrentes da implantação de um turismo em base a construção de residências secundárias, exerce forte pressão sobre o território e sua ocupação exigindo políticas e instrumentos de planejamento urbano e regional.

Neste sentido, as legislações vigentes, o ZEE (2016) e a Lei 711(1984), enquanto instrumentos resultantes de políticas urbanas e regionais distintas, tem se revelado insuficientes acentuando a transformação da Paisagem para fins econômicos promovendo a perda de atratividade cênica que compõe o produto turístico oferecido na Maranduba.

Por outro lado, a adoção de uma metodologia focada em trabalhos de campo localizados em áreas onde o processo de urbanização tem alterado a Paisagem urbana na Maranduba, tem permitido visualizar e correlacionar impactos socioambientais e físico-territoriais diretamente incidentes no ambiente construído como alterações nas tipologias construtivas fruto de atividades geradoras de renda resultante de irregularidades em parcelamentos e formação de áreas resultantes de invasões e grilagem.

REFERÊNCIAS

SÃO PAULO, Governo do Estado, Decreto n°49.215 de 07 de dezembro de 2004, institui o Zoneamento Ecológico Econômico -ZEE do Litoral Norte Paulista.

UBATUBA, Prefeitura Municipal, Lei 711 de 14 de fevereiro de 1984, dispõe sobre o Plano Diretor Físico do Município de Ubatuba.

EUA, Departamento de Agricultura dos EUA, Sistema Grinnell descrito em Relatório Técnico Geral, Serviço Florestal, Albany, California, 1993, disponível em http://www.psws.gov

MALTA, Flavio Jose Nery Conde, “Developing Coastal Regions for Tourism- Urban Design Guidelines”. Dissertação (Mestrado em Desenho Urbano) Universidade de Oxford Brookes,1985.

, “Diretrizes para o Planejamento e sua Gestão no Litoral Norte Paulista”. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1993.

FORMAN, Richard; “Ecologia urbana e distribuição da natureza nas regiões urbanas” in Urbanismo Ecológico, Mostafavi M. e Doherty, G. (Orgs); Harvard University, Graduate School of Design,2014. Page 312-323.

USO DE ENERGIA SOLAR: COMO CONSTRUIR UM FOGÃO SOLAR CASEIRO COM MATERIAIS POLIMÉRICOS DESCARTADOS

Data de submissão: 26/11/2022 *Data de aceite: 02/01/2023*

Aryadna Livia Mendes Araújo
UNILAB, IEDS
Redenção – Ceará
http://lattes.cnpq.br/9892805108765983r

Carlos Alberto Cáceres
UNILAB, IEDS
Redenção – Ceará
http://lattes.cnpq.br/6820475996483539

RESUMO: Questões relativas ao meio ambiente estão sendo amplamente discutidas, tanto na área de preservação ambiental como no controle de emissão de gases e outros problemas. Assim, utilizar fogões solares caseiros aparece como uma forma inovadora de gerar energia, principalmente nas comunidades mais carentes proporcionando economia financeira e reutilização de materiais. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um protótipo de fogão solar caseiro do tipo caixa para divulgação, e inseri-lo nas comunidades do Maciço do Baturité-CE utilizando um manual com todas as instruções para facilitar sua construção, orientando métodos e os diversos materiais mais adequados para cada parte de sua estrutura. O fogão solar caseiro foi produzido com menor custo benefício, maior eficiência energética e e fácil construção com materiais normalmente descartados. De forma geral, esse tipo de fogão solar é uma forma econômica e eficiente de cozinhar, é um dispositivo que aproveita a luz do sol para preparar alimentos, sendo construído com diversos materiais que se diferenciam pelas suas propriedades, sendo em sua maioria materiais poliméricos de baixo custo. Portanto, percebe-se que há uma vasta rede de possibilidades de uso e implementação deste fogão nas comunidades carentes do maciço de Baturité. Consequentemente, isto pode melhorar a qualidade de vida de muitas famílias que adotarem o projeto, por conscientizar sobre a importância do uso de energia limpa, preservação do meio ambiente e uso de recursos naturais de forma sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Fogão solar. Energia solar. Meio ambiente.

USE OF SOLAR ENERGY: HOW TO BUILD A SOLAR STOVE HOMEMADE WITH DISPOSED POLYMERIC MATERIALS

ABSTRACT: Issues related to the environment are being widely discussed,

both in the area of environmental preservation and in the control of gas emissions and other problems. Thus, using homemade solar cookers appears as an innovative way to generate energy, especially in the poorest communities, providing financial savings and reuse of materials. The objective of this work was to develop a prototype of a box-type homemade solar cooker for dissemination, and insert it in the communities of Maciço do Baturité- CE using a manual with all the instructions to facilitate its construction, guiding methods and the most appropriate materials. for each part of its structure. The homemade solar cooker was produced with lower cost benefit, greater energy efficiency and easy construction with normally discarded materials. In general, this type of solar cooker is an economical and efficient way of cooking, it is a device that takes advantage of sunlight to prepare food, being built with different materials that are distinguished by their properties, most of which are polymeric materials of low cost. Therefore, it is clear that there is a vast network of possibilities for the use and implementation of this stove in poor communities in the Baturité massif. Consequently, this can improve the quality of life of many families that adopt the project, by raising awareness about the importance of using clean energy, preserving the environment and using natural resources in a sustainable way.
KEYWORDS: Solar cooker. Solar energy. Environment.

1 | INTRODUÇÃO

O uso de fornos ou fogões solares para a captação de energia solar data de pelo menos dois séculos antes de Cristo, quando Arquimedes havia iniciado um ataque romano a Siracusa, mas só a partir da década anterior que se intensificaram os estudos e o desenvolvimento de tecnologias para fogões solares. Assim como disse Gonçalves (2020), o aproveitamento da energia solar acontece desde a pré história quando a luz do sol era utilizada para aquecer, medir o tempo e posteriormente para se alimentar. Os primeiros experimentos foram realizados com fogões do tipo caixa para preparação de alimentos e datam por volta do ano 1770. O fogão solar do tipo caixa, funciona como uma caixa térmica que concentra a radiação no topo para dentro da caixa.

Decerto, as questões relativas ao meio ambiente estão sendo amplamente discutidas até nos dias de hoje, tanto na área de preservação ambiental, como no controle de emissão de gases. Problemas como poluição nas águas, efeito estufa, chuva ácida, aumento do buraco na camada de ozônio e o próprio aquecimento global têm tomado as páginas de notícias as quais mostram fenômenos catastróficos e mudanças climáticas no globo terrestre. Segundo Freitas (2003), problemas ambientais e sua interface com a saúde estão sempre presentes nos discursos e práticas sanitárias.

As energias renováveis, são energias vindas de fontes infinitas ao consumo humano como a energia eólica, a da biomassa, a energia das marés e até a energia solar, essas energias estão sendo cada vez mais utilizadas no dia a dia das pessoas. Segundo Irena (2017), desde 2012, a instalação de fontes renováveis ultrapassou a instalação das não renováveis de forma crescente. Desde um ponto de vista ambiental as emissões de gases

tóxicos na atmosfera têm preocupado a população mundial. Com isso a utilização de fogões solares é vista como uma forma limpa de produzir energia, além de ser mais acessível economicamente para as comunidades carentes, sendo também uma forma de reutilizar materiais descartados, diminuindo a poluição do planeta. Nesse sentido Coltro, Gasparino e Queiroz (2008) ressaltam que a reciclagem é fundamental para diminuir a quantidade de resíduos que são enviados aos aterros sanitários.

2 | ASPECTOS TEÓRICOS

2.1 Princípio de funcionamento do fogão solar

O princípio de funcionamento de um fogão solar tipo caixa é o aproveitamento da radiação solar que passa através de uma superfície transparente ao interior de uma caixa (LEAL; CÁCERES, 2019). O interior do fogão solar é aquecido devido a energia que recebe do sol, essa energia entra tanto direta quanto refletida através do topo de vidro. Devido a esse calor interno a temperatura dentro do fogão solar aumenta até que a perda de calor dentro seja igual ao seu ganho. Segundo Aalfs (2010), esse efeito chamado de “estufa”, resulta do aquecimento em espaços fechados nos quais a luz solar passa através de um material transparente tal como vidro ou plástico. A priori a luz visível que atravessa a superfície é absorvida e refletida por alguns materiais internos. Segundo Moura (2007), o efeito estufa é o aquecimento da atmosfera mais baixa dos gases atmosféricos sobre o balanço entre a radiação solar e a radiação terrestre. No caso do fogão solar, o vidro atua como uma superfície unidirecional, permitindo que a luz visível entre na caixa térmica, impedindo que os comprimentos de onda mais longos deixem-a. Desta forma os comprimentos de ondas curtos atravessam o telhado de vidro da caixa térmica e são absorvidos pela placa de aquecimento interno.

2.2 Ganho de calor

Pela segunda lei da termodinâmica o calor é sempre transferido espontaneamente do corpo mais quente para o corpo mais frio. O calor dentro de um fogão solar envolve as três formas básicas de transferência de calor: condução, radiação e convecção.

A condução do calor acontece por meio da colisão de átomos e de elétrons. A quantidade que um determinado objeto pode conduzir calor vai depender das ligações em sua estruturas atômicas ou moleculares. Os sólidos formados por átomos com um ou mais elétrons mais externos são bons condutores de calor e de eletricidade.

A radiação solar é a radiação originada do sol a partir de uma temperatura de cerca de 6000K, num intervalo de comprimento de onda de aproximadamente 0,3 μm a 3,0 μm, com o pico de emissão entre aproximadamente 0,5 μm.

A convecção trata da transferência de calor dos gases e líquidos, devido ao próprio movimento dos fluidos. A convecção envolve o movimento de massa onde o movimento

global de um fluido, pode ocorrer em todos os fluidos, sejam líquidos ou gases. Ao se aquecer um fluido de baixo para cima, as moléculas que estão no fundo passam a mover-se mais rapidamente, afastando-se, umas das outras tornando o material menos denso, surgindo uma força de empuxo fazendo com que todo o fluido seja aquecido igualmente. Tal força gera correntes chamadas de correntes de convecção.

2.3 Fogões solares

De forma geral, existem três tipos de fogões solares: Os do tipo parabólico que levam a radiação solar na direção de uma panela que está colocada no foco; Os do tipo painel que são construídos por painéis acartonados ou papelão sendo revestidos com uma superfície reflexiva; Os fogões do tipo caixa são construídos com caixas, preservando seu formato, de modo que a face superior é constituída por uma tampa de vidro para que ocorra o efeito estufa, e possui abas ou refletores laterais concentrando a energia térmica solar de forma interna.

3 | MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

O protótipo foi construído com duas caixas de papelão, folhas de isopor cobertas com papel-alumínio, uma tampa com duas placas de vidro temperado e uma placa de aço pintada na cor preta. Em seu interior as paredes foram revestidas com papel-alumínio para refletir os raios para a panela. Na tabela 1, estão as dimensões e tamanhos dos materiais usados na construção do protótipo.

3.1.1 Equipamentos utilizados nos testes

- Termômetro a laser;
- Becker ou copo para medir os líquidos;
- Panela preta com material antiaderente preto Nº07.

Peças	Altura[cm]	Largura[cm]	Comprimento [cm]
Caixa interna	21	25	25
Caixa externa	24	35	35
Placas de vidro	0,3	25	25
Abas refletoras	59	35	35
Chapa de aquecimento	0,2	24	24

Tabela 1:Dimensões do materiais

Fonte: Autoria própria

3.2 Metodologia

Com o intuito de analisar e estudar mais diretamente o funcionamento de um fogão solar do tipo caixa foi construído um protótipo no qual foram realizados diversos testes. Para tal, inicialmente foi projetado o fogão solar com o auxílio do software CAD (Figura 1) com dimensões de 35cm x 35cm de lados e 24cm de altura, o fogão consiste em duas caixas, sendo uma interna e uma externa, com um espaço de 5cm entre elas preenchidos com folhas de isopor, para melhorar o isolamento térmico. As paredes e o fundo interno do fogão são revestidos com papel alumínio e, em seu fundo está posicionada uma placa de aço pintada de preto para absorver mais calor. A tampa do fogão é removível para permitir o manuseio, é construída com duas placas de vidro para evitar a perda de raios solares por reflexão. As abas refletoras são construídas separadamente do forno e consistem em duas placas de papelão revestidas de papel alumínio.

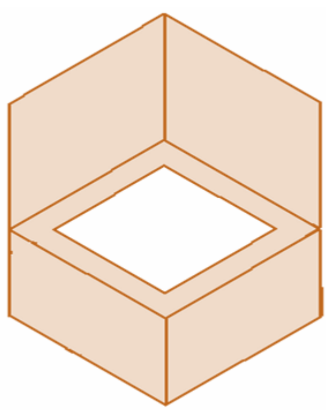


Figura 1: Protótipo do fogão solar

Fonte: Autoria própria

4 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os primeiros testes foram realizados na cidade de Redenção - CE, no campo das Auroras da UNILAB, na qual coordenadas geográficas de latitude e longitude são de 4° 13' 3.471" S e 38° 42' 48.015" O, respectivamente. Todos os testes iniciavam entre 09 e 10 horas da manhã e finalizavam às 16:00 horas do mesmo dia. Foram realizados em seis dias distintos utilizando apenas água como fluído a ser fervido. Em dois desses dias, o céu estava nublado, mas foi possível obter um bom rendimento do fogão solar. Os valores de temperaturas e horários estabelecidos para tais estão apresentados na tabela 2.

MEDIÇÕES NO CAMPUS DAS AURORAS			
HORÁRIO	**TEMP.VIDRO MÉDIA**	**TEMP. INTERNA MÉDIA**	**TEMP . PANELA MÉDIA**
10:00 - 16:00	49,4	86,48	80,5

Tabela 2: Medições com água

Fonte: Autoria própria

Foi realizado outro conjunto de testes no município de Pacajus-CE, ocorreram num total de 4 dias, onde foram cozidos vários alimentos com o objetivo de analisar o tempo de preparo e eficiência do protótipo. No primeiro dia de testes realizado no dia 22 de setembro de 2021, foi cozido arroz do tipo branco, na qual inicialmente foi colocado a água para ferver às 09h e às 13h foi inserido o arroz que após 30 minutos ficou totalmente cozido. Na tabela 3 é possível ver os resultados.

MEDIÇÕES DO 2º DIA (ARROZ)				
HORÁRIO	**TEMP. AMBIENTE ºC**	**TEMP. TAMPAºC**	**TEMP. PLACA ºC**	**TEMP. PANELA ºC**
10:00	32	43,4	73,9	32
11:00	32	45,9	91	69,6
12:00	32	48,1	93,3	81,3
13:00	32	51	96,8	88
13:30	32	52,5	103	92

Tabela 3:Medições com arroz

Fonte: Autoria própria

Na imagem 1 mostra-se o arroz que foi cozido em um dos testes realizados no protótipo.



Imagem 1: Teste com arroz

Fonte: Autoria própria

O teste do dia 24 de setembro de 2021 também foi realizado na cidade de Pacajus-CE, iniciando às 09h e finalizando às 16hrs, foram cozidos batata-doce e cenoura.

MEDIÇÕES 3º DIA (BATATA)				
Horário	**T.Ambiente**	**T. Tampa**	**T. Placa**	**T. Panela**
10:00	32	34,8	69,1	32
11:00	33	43,3	81,3	65,2
12:00	34	48,5	89,2	72,3
13:00	34	54,8	105,4	85,9

Tabela 3:Medições com batata

Fonte: Autoria própria

Na imagem 2 mostra-se a batata que foi cozida em um dos testes realizados no protótipo.



Imagem 2: Batata cozida

Fonte: Autoria própria

MEDIÇÕES 3º DIA (CENOURA)				
Horário	**T.Ambiente**	**T. Tampa**	**T. Placa**	**T. Panela**
13:30	34	54	122	32
14:30	32	47,7	98,3	78,3
15:30	32	48,1	77,4	77,3

Tabela 4:Medições com cenoura

Fonte: Autoria própria

Na imagem 3 mostra-se a cenoura que foi cozida em um dos testes realizados no protótipo.



Imagem 3: Testes com cenoura

Fonte: Autoria própria

Os testes do dia 30 de setembro de 2021 também foram realizados na cidade de Pacajus-CE, onde foi cozido feijão do tipo corda. Esse alimento foi o mais demorado, os testes iniciaram às 09h e finalizaram às 15h. Na tabela 5 estão os dados obtidos.

MEDIÇÕES 4ºDIA (FEIJÃO)				
Horário	**T.Ambiente**	**T. Tampa**	**T. Placa**	**T. Panela**
10:00	33	32,8	62,5	33
11:00	32	39,1	65,2	51
12:00	32	42	85,2	64,3
13:00	34	51,4	95,8	83,6
14:00	34	52,7	111,3	84,2
15:00	34	45,2	89,6	74,3

Tabela 5: Testes com o feijão

Fonte: Autoria própria

Na imagem 4 mostra-se o feijão que foi cozido em um dos testes realizados no protótipo.



Imagem 4:Feijão cozido

Fonte: Autoria própria

5 | CONCLUSÃO

Portanto, pôde-se perceber que de fato o fogão alcança temperaturas elevadas, podendo ser cozidos diversos tipos de alimentos, desde mais fáceis como o arroz, a de maiores dificuldades no cozimento como a batata e o feijão. Conclui-se que o fogão solar

caseiro do tipo caixa pode ser produzido seguindo distintos métodos e utilizando diversos materiais, mas a escolha dos materiais adequados para cada parte de sua estrutura resulta em um nível maior de eficiência.

REFERÊNCIAS

AALFS, Mark. Projeto de fogão solar de caixa. Solar Cookers International, [S.I], v. 1, n. 0, p. 0-15, 29 dez. 2010.

COLTRO, Leda; GASPARINO, Bruno F.; QUEIROZ, Guilherme de C.. Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. Polímeros, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 119-125, jun. 2008. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0104-14282008000200008.

GÓMEZ, J.M. Rodríguez; CARLESSO, F.; VIEIRA, L.e.; SILVA, L. da. A irradiância solar: conceitos básicos. Revista Brasileira de Ensino de Física, [S.L.], v. 40, n. 3, p. 0-15, 26 mar. 2018. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2017-0342.

GONÇALVES, Rino Gabriel Siqueira. HISTÓRIA DO USO DE ENERGIA SOLAR. 2020. Elaborada por Solárium: aquecedores e pressurizadores. Disponível em: https://solariumaquecedores.com.br/historia-energia-solar/. Acesso em: 02 nov. 2022.

FREITAS, Carlos Machado de. Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais. Ciência & Saúde Coletiva, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 137-150, 2003. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1413-81232003000100011.

IRENA – INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. REthinking Energy 2017. Abu Dhabi: Irena, 2017. Disponível em: https://goo.gl/EkjNAq.

LEAL, Isadora de Moura Gomes; CÁCERES, Carlos Alberto. Estudo do forno solar tipo caixa na região do Maciço de Baturité. In: IMPRESSE. Ciência, tecnologia e engenharia para o desenvolvimento sustentável. Redenção: Editora Imprece, 2019. p. 159-171.

MOURA, Johnson Pontes de. CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO TÉRMICA DE UM FOGÃO SOLAR TIPO CAIXA. 2007. 212 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL DA CONTAMINAÇÃO DE METAIS PESADOS E ESTRESSE OXIDATIVO EM *Donax hanleyanus* (MOLLUSCA, BIVALVIA) NA PRAIA GRANDE, SÃO FRANCISCO DO SUL - SC

Data de aceite: 02/01/2023

Eduardo Cabral Gonçalves
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville– UNIVILLE
Joinville, SC, Brazil

Therezinha Maria Novais de Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville– UNIVILLE
Joinville, SC, Brazil

Daniela Delwing de Lima
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville– UNIVILLE
Joinville, SC, Brazil
Departamento de Medicina, Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE
Joinville, SC, Brazil

Luciano Lorenzi
Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente, Universidade da Região de Joinville– UNIVILLE
Joinville, SC, Brazil
Universidade da Região de Joinville (Univille) – Unidade São Francisco do Sul, departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Bentologia
São Francisco do Sul, SC, Brasil

RESUMO: O ecossistema marinho vem sofrendo com a poluição de efluentes oriundos da ação antrópica via principalmente por efluentes domésticos e industriais que possuem dentre outros contaminantes, metais pesados, que além de causar doenças em organismos também geram perturbações no seu sistema biológico de defesa. Portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar a variação espacial e temporal das concentrações de metais pesados e o estresse oxidativo em *Donax hanleyanus* na Praia Grande – São Francisco do Sul, SC. Para tanto, foram realizadas coletas de organismos nas estações de inverno e verão, em três pontos diferentes (P1, P2, P3) da Praia Grande. As coletas foram realizadas em três luas de sizígias (C1, C2, C3) de cada estação, foram coletados 100 gramas de *Donax hanleyanus* para as análises de metais pesados e 15 gramas para a análise de estresse oxidativo. Além disso foram coletadas amostras de sedimento para determinar a porcentagem de carbonato de cálcio e diâmetros dos grãos. Foram determinadas as concentrações de alumínio, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, níquel, titânio e zinco e estresse oxidativo nos tecidos de *D.*

hanleyanus. Todas as variáveis foram submetidas ao teste de normalidade e logaritmizados e foram aplicados testes de t, e Análises de Variância (ANOVAs) paramétricas e no caso contrário, foram aplicados testes não paramétricos. As comparações das variáveis ambientais, na análise entre as duas estações foram distintas pelas características dos próprios períodos. Referente aos pontos de coleta pode se notar uma variação na morfodinâmica praial de cada um dos pontos, o que ao longo das análises são determinadas como a variação dos tipos de praias encontradas, sendo classificadas como intermediária e refletiva. Quanto a análise das comparações dos metais pesados, entre as estações não ocorreu diferenças significativas entre o conteúdo total de proteínas carboniladas entre inverno e verão, porém os níveis de TBA-RS foram maiores no inverno, visto que nessa estação as praias são mais violentas e rigorosas com os organismos presentes nessa região. Em relação a legislação para emissão dos metais pesados no oceano através de emissários marítimos, de acordo com a análise de metais pesados, os valores médios de Cádmio, Cobre e Zinco estão abaixo dos valores recomendados por todas as organizações de saúde. Os valores de Chumbo estão acima de todas as recomendações e os de Cromo está dentro dos parâmetros apenas do limite da FAO/WHO, que se comparada aos limites de outras organizações é menos restritiva. Não existe legislação ou recomendação para os metais pesados Alumínio, Boro, Estanho, Ferro, Manganês, Níquel e Titânio em moluscos bivalves, assim dificultando a análise em relação dos valores médios obtidos neste trabalho, no entanto a toxicidade destes elementos e sua capacidade de bioacumulação é conhecida e gera preocupação.
PALAVRAS-CHAVE: Estresse Oxidativo, Metais pesados, *Donax hanleyanus.*

ABSTRACT: The marine ecosystem has been suffering from the pollution of effluents from human action, mainly by domestic and industrial effluents that have, among other contaminants, heavy metals, which in addition to causing diseases in organisms also generate disturbances in their biological defense system. Therefore, the objective of this work was to determine the spatial and temporal variation of heavy metal concentrations and oxidative stress in Donax hanleyanus in Praia Grande – São Francisco do Sul, SC. For that, organisms were collected in the winter and summer seasons, in three different points (P1, P2, P3) of Praia Grande. The collections were carried out in three syzygy moons (C1, C2, C3) of each season, 100 grams of Donax hanleyanus were collected for the analysis of heavy metals and 15 grams for the analysis of oxidative stress. In addition, sediment samples were collected to determine the percentage of calcium carbonate and grain diameters. The concentrations of aluminum, boron, cadmium, lead, copper, chromium, tin, iron, manganese, nickel, titanium and zinc and oxidative stress in the tissues of D. hanleyanus were determined. All variables were submitted to the normality test and logarithmized and t tests were applied, and parametric Analysis of Variance (ANOVAs) and in the opposite case, non-parametric tests were applied. The comparisons of environmental variables, in the analysis between the two seasons, were distinguished by the characteristics of the periods themselves. Regarding the collection points, a variation in the beach morphodynamics of each of the points can be noted, which throughout the analyzes are determined as the variation of the types of beaches found, being classified as intermediate and reflective. As for the analysis of the comparisons of heavy metals, between the seasons there were no significant differences between the total content of carbonyl proteins between winter and summer, but the levels of TBA-RS were higher in winter, since in this season the

beaches are more violent and rigorous with the organisms present in that region. Regarding the legislation for the emission of heavy metals into the ocean through maritime outfalls, according to the analysis of heavy metals, the average values of Cadmium, Copper and Zinc are below the values recommended by all health organizations. Lead values are above all recommendations and Chromium values are within the parameters only of the FAO/WHO limit, which compared to the limits of other organizations is less restrictive. There is no legislation or recommendation for the heavy metals Aluminum, Boron, Tin, Iron, Manganese, Nickel and Titanium in bivalve molluscs, thus making it difficult to analyze the average values obtained in this work, however the toxicity of these elements and their ability to bioaccumulate is known and causes concern.
KEYWORDS: Oxidative stress, heavy metal, Donax hanleyanus.

INTRODUÇÃO

Atualmente o volume de produtos químicos que são despejados nos ambientes aquáticos vem crescendo dia após dia, gerando diversos efeitos letais e sub letais em organismos residentes (MCGLASHAN & HUGHIES, 2001). Dentre as atividades humanas que contribuem para os despejos de efluentes, estão as industriais, que executam processos de tratamento de produtos compostos por metais ou que em seus processos de alguma forma envolvem a fabricação de produtos primários ou secundários que utilizam metais. Essas atividades de metalurgia, dependendo do tempo e da capacidade de processamento, variam o volume de efluentes. Dentre esses efluentes, os metais pesados são geralmente descartados como resíduos *in natura*, incluindo os ambientes marinhos (ROBSON & NEAL, 1997; VUTUKURU *et al.,* 2007). Os metais pesados constituem um grupo importante de poluentes aquáticos devido à sua capacidade de bioacumulação em animais e plantas (Singh, 2005) e propriedades não biodegradáveis. Seu alto grau de contaminação representa um risco para os ecossistemas aquáticos, causando problemas ambientais e de saúde em todo o mundo (VUTUKURU *et al.*, 2007). Esforços têm sido empreendidos no sentido de avaliar a qualidade ambiental com o uso de bioindicadores de maneira ativa, onde uma certa espécie residente no ambiente é utilizada para o controle da emissão de efluentes (FIALHO, 2002).

Os moluscos bivalves são bons indicadores ambientais pela capacidade de bioacumulação (PERCEVAL *et al.,* 2006; JORGE *et al.* 2013) e possuem adaptações fisiológicas para tolerar condições ambientais estressantes, como a ativação do seu metabolismo anaeróbico e a intensa troca iônica pelas brânquias, que seria o processo de depuração, quando o organismo está saturado por uma determinada substância tóxica (ARTIGAUD *et al.* 2014; JANSSON *et al.* 2015). O hábito sedentário desses organismos, ciclo de vida relativamente longo e alimentação detritívora, que engloba a ingestão de material em suspensão ou depositado, os tornam bons biomonitores de substâncias tóxicas, incluindo metais pesados; bem como perfeitos para serem utilizados em testes de estresse oxidativo, visto que o estresse é decorrente das características do ambiente e do

acúmulo de metais ou outras substâncias tóxicas (ZUYKOV et al., 2013).

O estresse oxidativo pode descrever os danos que resultam das espécies reativas de oxigênio, sendo compostos químicos que resultam da ativação ou redução do oxigênio molecular (VALKO *et al.*, 2006). A redução do oxigênio molecular está ligada diretamente aos estímulos ambientais, sendo uma resposta fisiológica do organismo a um agente estressor, podendo ser o ambiente em que o organismo vive e/ou a poluição como um todo, incluindo a exposição de moluscos a metais pesados (YOSHIHARA; FUJIWARA & SUZUKI, 2010). *Donax hanleyanus* é uma espécie de molusco bivalve que pertence à família Donacidae e seu habitat natural são as praias arenosas espalhadas pelo mundo (MARCOMINI *et al.*, 2012). Por diversos anos essa espécie tem sido utilizada como indicadora de poluição química em áreas costeiras (CHANDURVELAN *et al.* 2015; VÉLEZ *et al.* 2016), visto que é consideravelmente sensível a poluentes, dentre os quais se destacam fertilizantes, pesticidas e metais pesados (JANAKIDEVI *et. al.,* 2013; RENAULT, 2015).

A Praia Grande situada em são Francisco do Sul, alvo de estudo deste trabalho é uma das praias do Brasil que recebe efluentes de origem industrial tratados lançados via emissário submarino. Assim, considerando a importância ambiental e turística da região, o objetivo desse trabalho foi determinar a variação morfodinâmica dos perfis da praia e as concentrações de metais e o estresse oxidativo em tecidos de *D. hanleyanus.*

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

A ilha de São Francisco do Sul onde situa-se a Praia Grande, fica ao norte do estado de Santa Catarina (Fig. 1) e é confrontada a norte e oeste com a Baía Babitonga, ao sul com o Canal do Linguado e a Leste com o Oceano Atlântico (OLIVEIRA, 2013). A linha de costa que compreende a Praia Grande tem aproximadamente 22 quilômetros de extensão e o perfil varia de refletivo no verão a intermediário no inverno, e o sedimento é composto por areia média (DA COSTA, 2006). Devido à ação das ondas durante períodos de tormentas, a praia apresenta falésias e escarpas em degrau, com declividade elevada média (<1:10) (HORN FILHO, 1997; OLIVEIRA, 2013). A extensão média do perfil praial é de 38 metros, composto por areia média (Φ1 a 2) e período de onda de 8,5 segundos. A temperatura média da água é de 19ºC, salinidade de 34 e a profundidade do lençol freático inicia-se em 52 centímetros, conforme dados de Soares (2003).

Metodologia

As amostragens para realização da pesquisa foram realizadas no inverno (INV) e verão (VER), com a distribuição de três áreas ao longo da Praia Grande. Para a definição das áreas, o emissário de efluentes industriais instalado na Praia Grande (área P2) foi utilizado como referência para o posicionamento dos demais pontos. A 13 quilômetros do

emissário no sentido Sul, foi estabelecida uma área no Balneário Ervino (P1) e outra área a 8 quilômetros no sentido Norte (P3) (Fig. 01). Em cada área foram escolhidos três pontos na praia, denominados A, B e C, com espaçamento médio de 500 metros (Fig. 02), para repetir a coleta de amostras de *D. hanleyanus* e escolhidas três luas de sizígia (C1, C2 e C3) para a repetição das amostragens por estação (inverno e verão).

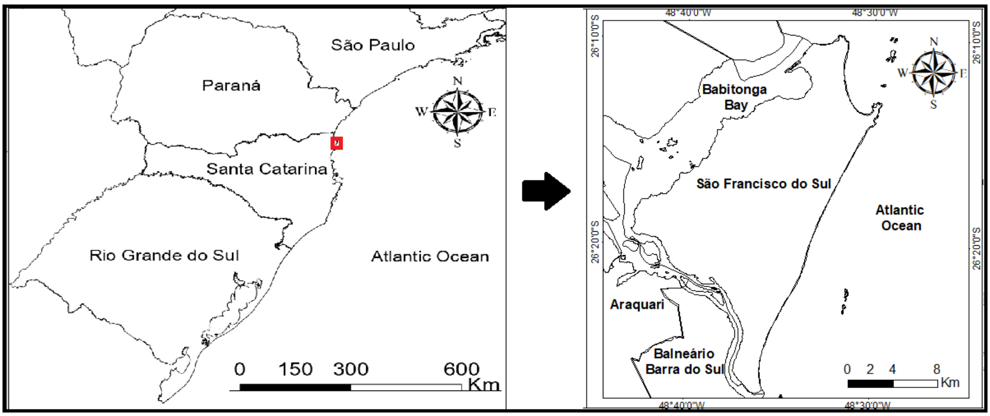


Figura 01 – Localização da área de estudo situada na Praia Grande, São Francisco do Sul, Santa Catarina. A figura a direita determina a localização dos pontos de coleta das amostras e das informações do estudo (P1, P2, P3).

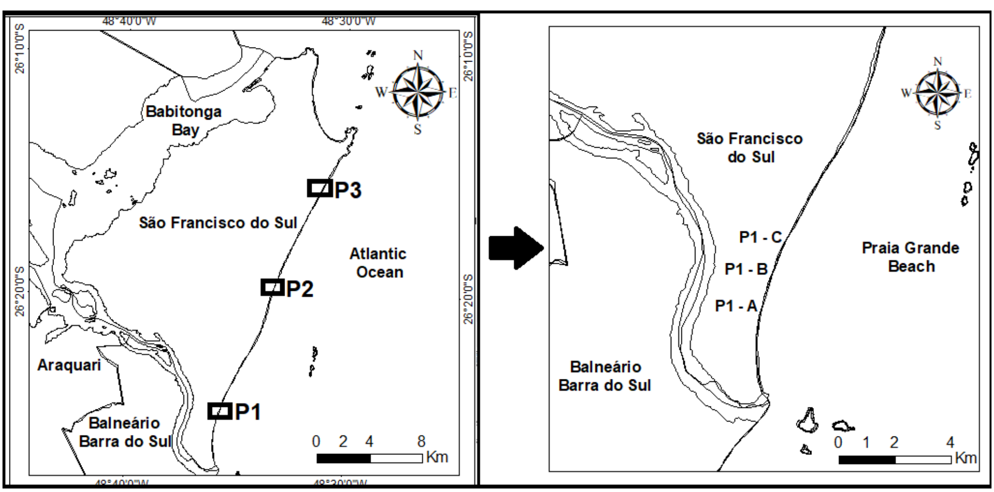


Figura 02 – Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras e das informações do estudo (P1, P2, P3). A figura a direta mostra o detalhamento do Ponto 1 (Ervino) e o detalhamento de replicação (P1-A, P1-B, P1-C).

Exemplares de *D. hanleyanus* com 1 a 3 cm de comprimento foram coletados na superfície do sedimento de cada ponto, mantidos resfriados e posteriormente congelados em laboratório (-80°C) para posterior análise tecidual dos metais pesados (≈ 100 g de tecido por amostra) e estresse oxidativo (≈ 15 g de tecido por amostra).

Amostras de sedimento foram coletadas em cinco pontos equidistantes de cada perfil da praia em verão (VER) e inverno (INV), em luas de sizígia da respectiva estação (C1, C2 e C3) e em P1, P2 e P3 (Fig. 2). No perfil de cada ponto de amostragem foram posicionados cinco pontos equidistantes e coletada uma amostra. Essas amostras foram levadas ao laboratório para determinar a umidade do sedimento, a porcentagem de Carbonato de Cálcio conforme DEAN (1974) e os diâmetros dos grãos, os quais foram determinados por pipetagem (GALEHOUSE,1971) e peneiramento (SUGUIO, 1973).

Nos pontos de cada perfil foi determinado o desnível do perfil (m) com o auxílio de mira óptica e régua graduada, estimada a altura de onda (m) com régua e o período de ondas com cronômetro. A temperatura da água foi determinada com termômetro de mercúrio e retirada uma amostra de água para determinar a salinidade com refratômetro Portátil Digit 211.

As concentrações de alumínio, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, níquel, titânio e zinco nos tecidos de *D. hanleyanus* foram determinadas com a metodologia de USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) 3050B: 1996, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3. O método USEPA 3050B (USEPA, 1998) utilizando aproximadamente 1 g da amostra, que foi digerida em 10 mL de ácido nítrico (HNO_3).

Para determinar o estresse oxidativo, as amostras de tecidos foram removidas das conchas de *D. hanleyanus*, e mantidas em gelo com solução tampão salina. O homogeneizado (10%) (p/v) foi preparado em tampão fosfato de sódio 20 mM com KCl 140 mM, pH 7,4 e centrifugado para remoção de resíduos. Após aliquotado e armazenado em freezer a -80°C para posterior determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA-RS) e proteínas carboniladas. As substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBA-RS) foram determinadas de acordo com o método descrito por Ohkawa et al. (1979), e os resultados expressos em nmol de por mg de proteína (OHKAWA *et al.*,1979). O conteúdo de proteínas carboniladas foi verificado por meio do método descrito por Reznick e Packer (1994), e os resultados expressos em nmol de proteínas carboniladas por mg de proteína. A determinação das proteínas totais foi realizada pelo método de Lowry (1951), utilizando-se albumina sérica bovina como padrão.

Análises dos dados

As variáveis de diâmetro médio dos grãos, seleção, assimetria, curtose, porcentagens de umidade e carbonato de cálcio e temperatura do sedimento, salinidade da água, desnível e comprimento do perfile altura e período de onda foram inicialmente submetidas aos testes de normalidade de Komolgorov-Smirnov e homogeneidade das variâncias de Levene. Uma vez que a variável não atendeu a um desses pressupostos, foi logaritmizada e testada novamente. Uma vez que a normalidade e a homocedasticidade foram atendidas, foram aplicados testes de t descrito por Gosset (1908), e Análises de Variância (ANOVAs) paramétricas e no caso contrário, foram aplicados testes não paramétricos descritos por

Fisher (1924). As significâncias das diferenças foram testadas nas comparações entre estações (VER e INV), entre os pontos de amostragem e entre estações e pontos.

Os dados foram analisados através da Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando a metodologia de Legendre & Legendre (1998), aplicando teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov das variáveis ambientais antes da aplicação do PCA. Também foram utilizados as Análises de Correspondência (CA) para os metais pesados, proteínas carboniladas e TBA-RS, relacionando as coletas realizadas com as luas, que são analisadas pela diferença entre as marés e a quantidade de metais pesados encontrados no tecido de *D. hanleyanus*

RESULTADOS

Variáveis ambientais

Com relação aos resultados das análises das variáveis ambientais (Tab. 01), na comparação entre VER e INV, respectivamente, os valores médios de porcentagem de carbonato de cálcio, salinidade, temperatura e extensão do perfil praial foram significativamente maiores no VER. Já os valores médios de INV foram maiores se comparado com o VER nas variáveis de altura da onda, período da onda e seleção. As variáveis de desnível do perfil, porcentagem da umidade do sedimento, assimetria e curtose não tiveram diferenças significativas em nenhuma das comparações entre as estações.

INVERNO X VERÃO				
Variável	INV [ẋ (dp)]	VER [ẋ (dp)]	*p*-valor	Comparações
% Carbonato de Cálcio	1,06 (1,65)	2,12 (0,82)	0,012 *	VER > INV
Salinidade	34,11 (0,88)	37,33 (1,50)	0,000 *	VER > INV
Temperatura (°C)	12,85 (0,72)	23,97 (1,46)	0,000 *	VER > INV
Altura de onda (m)	0,80 (0,17)	0,61 (0,10)	0,000 *	INV > VER
Período de onda (s)	12,38 (0,81)	10,11 (1,76)	0,000 *	INV > VER
Desnível perfil (m)			0,597	ns
% umidade do sedimento	7,00 (6,59)	7,36 (5,69)	0,383	ns
Extensão do perfil (m)	20,88 (2,60)	26,07 (5,31)	0,000 *	VER > INV
Diâmetro médio (phi)	1,36 (0,31)	1,46 (0,42)	0,504	ns
Seleção	0,95 (0,18)	0,73 (0,16)	0,000 *	INV > VER
Assimetria	3,99 (1,08)	3,54 (1,50)	0,439	ns
Curtose	27,34 (11,14)	30,28 (15,59)	0,174	ns

Tabela 01 – Comparações das variáveis ambientais das estações de verão e inverno. Legenda: INV: Inverno; VER: Verão; ẋ: Média; dp: Desvio padrão; p-valor: Valores de p dos testes estatísticos; *diferenças significativas para p-valor < 0,05.

Na relação entre os Pontos de coleta (Tab. 02) também ocorreu uma leve variação dos valores entre os pontos das porcentagens de carbonato de cálcio, os valores médios de P2 foram superiores aos de P1. No diâmetro médio o P3 foi maior que P2, que demostraram valores semelhantes. Os valores de assimetria e curtose tiveram a mesma diferença, sendo que os valores de P1, foi maior que P2 e P3, que demonstraram valores semelhantes.

PONTOS					
Variável	P1 [ẋ (dp)]	P2 [ẋ (dp)]	P3 [ẋ (dp)]	F/H: (*p*-valor)	Comparações
% Carbonato de Cálcio	0,93 (1,21)	2,30 (3,59)	1,54 (1,04)	F: 4,084 (0,025) *	P2 P3 P1
Salinidade	36 (1,94)	36,16 (1,98)	34,89 (1,98)	H: 3,327 (0,198)	ns
Temperatura (ºC)	18,31 (6,08)	18,23 (6,28)	18,70 (6,24)	H: 0,119 (0,942)	ns
Altura de onda (m)	0,68 (0,11)	0,69 (0,21)	0,75 (0,17)	er	-
Período de onda (s)	10,92 (1,41)	11,49 (2,19)	11,33 (1,90)	H: 2,299 (0,317)	ns
Desnível perfil (m)				H: 1,55 (0,46)	ns
% umidade do sedimento	9,05 (6,52)	6,65 (5,92)	5,85 (5,63)	F: 0,436 (0,649)	ns
Extensão do perfil (m)	21,35 (6,45)	25,10 (4,62)	23,99 (2,87)	H: 0,119 (0,942)	ns
Diâmetro médio (phi)	1,26 (0,11)	1,24 (0,34)	1,73 (0,36)	F: 12,741 (0,000) *	P3 > (P1 = P2)
Seleção	0,82 (0,22)	0,85 (0,16)	0,84 (0,23)	F: 0,659 (0,524)	ns
Assimetria	4,96 (0,85)	3,02 (1,24)	3,31 (0,92)	F: 12,052 (0,000) *	P1 > (P3 = P2)
Curtose	39,72 (13,12)	21,82 (10,77)	24,87 (9,27)	F: 7,726 (0,002) *	P1 > (P3 = P2)

Tabela 02 – Comparações das variáveis ambientais dos pontos de coleta. Legenda: P1: Ponto de coleta 1 de inverno e verão; P2: Ponto de coleta 2 de inverno e verão; P3: Ponto de coleta 3 de inverno e verão; ẋ: média; dp: desvio padrão; F: valores de F dos testes de Tukey; H: valores de H do teste de Kruskal-Wallis; p-valor: valores de p dos testes estatísticos; *diferenças significativas para p-valor < 0,05.

ESTAÇÕES X PONTOS							
Variável	INVP1 [ẋ (dp)]	INVP2 [ẋ (dp)]	INVP3 [ẋ (dp)]	VERP1 [ẋ (dp)]	VERP2 [ẋ (dp)]	VERP3 [ẋ (dp)]	F (*p*-valor)
% Carbonato de Cálcio	0,58 (0,95)	1,64 (2,55)	0,96 (0,76)	1,27 (1,37)	2,96 (4,40)	2,12 (0,98)	0,183 (0,833)
Salinidade	34,33 (0,48)	34,33 (0,48)	33,33 (0,97)	37,66 (1,29)	37,66 (1,75)	37,66 (1,29)	-
Temperatura (ºC)	12,96 (0,77)	12,50 (0,26)	13,10 (1,05)	23,66 (2,46)	23,96 (0,15)	24,30 (1,47)	-
Altura de onda (m)	0,733 (0,15)	0,80 (0,26)	0,86 (0,11)	0,63 (0,05)	0,58(0,10)	0,63 (0,15)	-
Período de onda (s)	11,90 (0,81)	12,56 (0,23)	12,67 (1,19)	9,93 (1,18)	10,41 (2,92)	9,99 (1,49)	-
Desnível perfil (m)							-
% umidade do sedimento	9,58 (7,22)	6,33 (6,07)	5,10 (5,99)	8,52 (5,94)	6,97 (5,97)	6,59 (5,34)	0,101 (0,903)

Extensão do perfil (m)	24,0 (8,84)	28,80 (2,59)	25,43 (3,11)	18,70 (2,17)	21,41 (2,43)	22,55 (2,17)	-
Diâmetro médio (phi)	1,25 (0,12)	1,11 (0,21)	1,71 (0,20)	1,26 (0,10)	1,36 (0,40)	1,76 (0,48)	2,208 (0,125)
Seleção	0,92 (0,17)	0,93 (0,16)	0,99 (0,21)	0,71 (0,21)	0,77 (0,10)	0,70 (0,13)	0,56 (0,576)
Assimetria	4,97 (0,67)	3,48 (1,09)	3,51 (0,70)	4,95 (1,02)	2,57 (1,24)	3,11 (1,08)	0,799 (0,457)

Tabela 03 – Comparações das variáveis ambientais entre as estações e pontos. Legenda: INVP1: Ponto 1 de inverno; INVP2: Ponto 2 de inverno; INVP3: Ponto 3 de inverno; VERP1: Ponto 1 de verão; VERP2: Ponto 2 de verão; VERP3: Ponto 3 de verão; ẋ: média; dp: desvio padrão; F: valores de F dos testes de Tukey; p-valor: valores de p dos testes estatísticos;

No INV, a componente 1 contribuiu com 24,96% da variância e a componente 2 com 19,04% (Figura 03). Houve uma tendência de separação do agrupamento de pontos da Praia do Ervino (P1) dos demais pontos, com o aumento de assimetria, curtose e umidade do sedimento, mas com redução do desnível do perfil e grãos moderadamente selecionados. Por outro lado, a assimetria, curtose e umidade de sedimento tenderam a diminuir em P2 e P3 e aumentarem o desnível do perfil e grãos pobremente selecionados. Entretanto, na componente 2, os diâmetros médios dos grãos do sedimento, o comprimento do perfil e a altura e período de onda aumentaram em duas amostragens em P3, com a diminuição da salinidade.

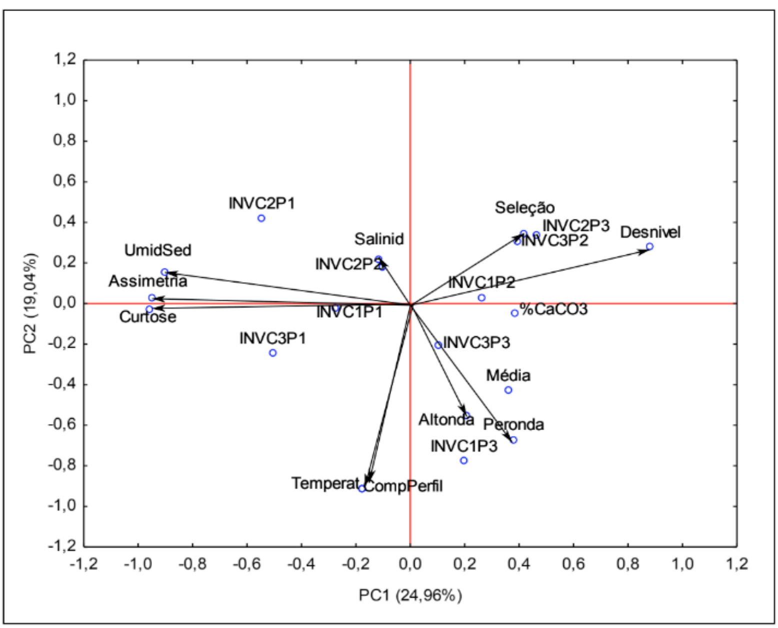


Figura 03 – Resultados da análise de Componentes Principais de média, seleção, assimetria, curtose, porcentagem de carbonato de cálcio, salinidade, temperatura, altura de onda, período de onda, desnível do perfil, umidade do sedimento e comprimento do perfil (INV), da coleta 1 (C1), coleta 2 (C2) e coleta 3 (C3), dos pontos 1 (P1), ponto 2 (P2) e ponto 3 (P3).

Referente a estação do VER (Fig. 04), a Análise de Componentes Principais, mostra que as componentes auxiliaram com uma somatória de 50,10% da variância, maior se comparado com os dados de INV, sendo que são 29,01% na componente PC1 e 21,09% na componente PC2, o que também traz uma diferenciação maior entre as duas componentes.

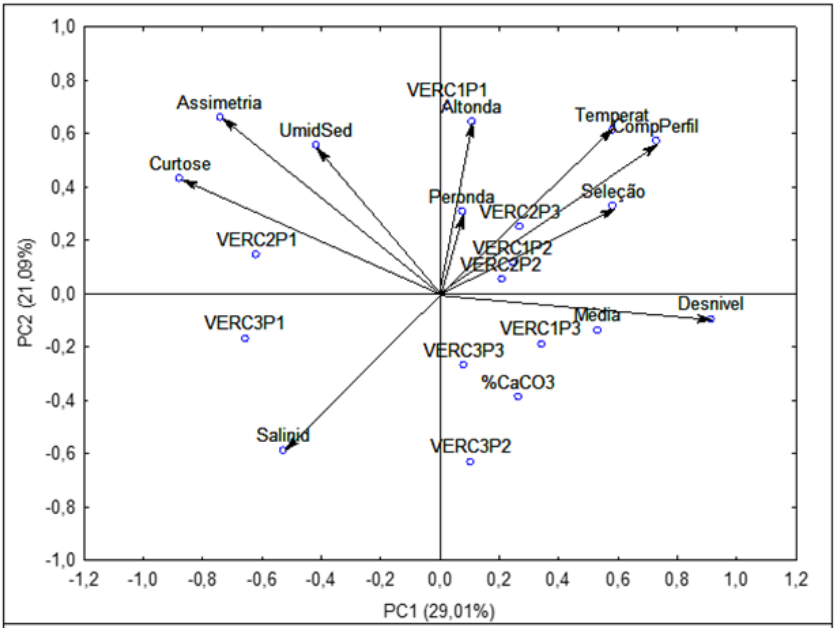


Figura 04 – Resultados da análise de Componentes Principais de média, seleção, assimetria, curtose, porcentagem de carbonato de cálcio, salinidade, temperatura, altura de onda, período de onda, desnível do perfil, umidade do sedimento e comprimento do perfil (VER), da coleta 1 (C1), coleta 2 (C2) e coleta 3 (C3), dos pontos 1 (P1), ponto 2 (P2) e ponto 3 (P3).

Ponto	Diâmetro Médio	Sele-ção	Assime-tria	Curtose	%CaCO3	Salinid	Temp.	Altura onda	Perio-doonda	Desni-vel	Umid-Sed	Comp Perfil
INVC1P1	1,298	0,980	4,772	30,090	0,274	35,000	13,200	0,600	12,850	1,300	8,558	13,200
INVC1P2	1,061	0,864	2,856	18,870	2,961	35,000	12,400	1,100	12,700	1,424	7,220	12,400
INVC1P3	1,648	0,973	3,516	22,680	1,382	34,000	14,300	1,000	13,740	1,370	5,675	14,300
INVC2P1	1,171	0,930	5,272	36,890	1,056	34,000	12,100	0,700	11,350	1,066	10,875	12,100
INVC2P2	1,091	1,037	3,915	24,850	0,949	35,000	12,800	0,700	12,290	1,192	8,041	12,800
INVC2P3	1,714	1,188	3,019	15,610	0,723	34,000	12,300	0,800	11,370	1,680	5,025	12,300
INVC3P1	1,299	0,931	4,798	31,810	0,435	34,000	13,600	0,900	11,530	0,754	9,317	13,600
INVC3P2	1,201	1,008	3,224	19,020	1,031	34,000	12,300	0,600	12,700	1,826	3,751	12,300
INVC3P3	1,786	0,923	4,037	27,100	0,777	32,000	12,700	0,800	12,910	1,270	4,616	12,700

VERC1P1	1,319	0,964	5,268	35,310	0,638	36,000	26,500	0,700	8,790	0,974	8,437	26,500
VERC1P2	1,459	0,955	2,743	17,920	0,926	36,000	24,100	0,500	12,950	1,226	6,658	24,100
VERC1P3	1,869	0,699	1,705	17,470	2,317	35,000	23,400	0,600	11,490	1,236	3,484	23,400
VERC2P1	1,231	0,660	5,405	50,870	1,846	38,000	22,200	0,600	11,150	0,824	9,870	19,700
VERC2P2	1,063	0,781	2,429	16,320	5,113	37,000	24,200	0,700	11,100	1,360	9,133	24,100
VERC2P3	1,989	0,795	2,394	19,060	1,817	37,000	26,100	0,800	10,010	1,190	8,329	22,500
VERC3P1	1,252	0,588	4,612	45,610	1,333	39,000	22,500	0,600	9,880	0,780	7,269	16,200
VERC3P2	1,573	0,784	1,094	8,905	2,860	40,000	23,800	0,500	7,210	1,096	5,122	20,800
VERC3P3	1,428	0,951	1,966	13,210	2,238	38,000	23,500	0,500	8,490	1,134	7,980	20,400

Tabela 04 – Tabela de dados das condições ambientais da área de estudo das estações de inverno e verão, com dados de diâmetro médio, seleção, assimetria, curtose, porcentagem de carbonato de cálcio, salinidade, temperatura, altura de onda, período de onda, desnível do perfil, umidade do sedimento e comprimento do perfil.

Concentrações de metais e estresse oxidativo em *D. hanleyanus*

Nas comparações entre as estações (Tabela 05), os valores médios de VER foram maiores que os de INV, respectivamente, nos metais pesados Boro, Cobre e Manganês. Os valores de INV foram maiores nos metais Chumbo, Cromo e nos níveis de TBA-RS. As diferenças não foram significativas nas concentrações de Alumínio, Cádmio, Estanho, Ferro, Níquel, Titânio, Zinco e conteúdo total de proteínas carboniladas entre as estações.

INVERNO X VERÃO				
Variável	INV [ẋ (dp)]	VER [ẋ (dp)]	*p*-valor	Comparações
Alumínio (mg/kg)	82,307 (183,3938)	32,918 (16,2636)	0,497	ns
Boro (mg/kg)	1,018 (0,0943)	67,634 (116,6233)	0,000 *	VER > INV
Cádmio (mg/kg)	1,018 (0,0585)	1,006 (0,03464)	0,242	ns
Chumbo (mg/kg)	8,464 (8,8842	2,211 (2,2402)	0,001 *	INV > VER
Cobre (mg/kg)	4,110 (0,9034)	5,872 (0,5229)	0,000 *	VER > INV
Cromo (mg/kg)	1,814 (1,2652)	1,070 (0,1630)	0,002	INV > VER
Estanho (mg/kg)	5,976 (5,1066)	3,475 (1,7075)	0,211	ns
Ferro (mg/kg)	56,255 (39,7827)	46,955 (16,5955)	0,267	ns
Manganês (mg/kg)	4,051 (1,7408)	6,180 (0,9673)	0,000 *	VER > INV
Níquel (mg/kg)	1,510 (0,9102)	1,014 (0,0731)	0,055	ns
Titânio (mg/kg)	5,136 (4,7387)	3,433 (1,2332)	0,452	ns
Zinco (mg/kg)	8,075 (8,0583)	5,780 (2,2518)	0,545	ns
Conteúdo total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteina)	22,938 (19,6184)	18,396 (18,5342)	0,493	ns

TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteina)	0,000 *	INV > VER

Tabela 05 – Comparações dos metais pesados, conteúdo total de proteínas carboniladas e TBA-RS entre as estações.

As comparações das variáveis dos metais pesados entre as coletas apresentaram diferenças. Os valores médios das coletas 1 e 2, respectivamente, foram semelhantes entre as duas coletas, e maiores que os valores médios da coleta 3 para os metais Alumínio, Cobre, Cromo, Manganês, Níquel e Zinco. Os valores médios da coleta 2 do estanho foi maior que os valores das coletas 1 e 3, que tiveram valores semelhantes. Nos valores de Titânio (Tab. 06) pode-se notar uma semelhança entre a coleta 1 e coleta 2 em comparação com a coleta. Não foi constatado diferenças significativas nos valores de Boro, Cádmio, Chumbo e conteúdo total de proteinas carboniladas.

	COLETAS				
Variável	C1 [ẋ (dp)]	C2 [ẋ (dp)]	C3 [ẋ (dp)]	F/H: (*p*-valor)	Comparações
Alumínio (mg/kg)	58,655 (34,5432)	96,900 (214,9857)	17,282 (14,4816)	F: 16,401 (0,000) *	(C1 = C2) > C3
Boro (mg/kg)	7,173 (8,4097)	14,544 (14,9912)	81,260 (139,0947)	H: 4,232 (0,12)	ns
Cádmio (mg/kg)	1,031 (0,0734)	1,007 (0,0297)	1,00 (0)	H: 3,122 (0,21)	ns
Chumbo (mg/kg)	6,660 (7,4074)	7,380 (8,7866)	1,973 (1,1228)	H: 3,211 (0,201)	ns
Cobre (mg/kg)	5,379 (1,1403)	5,159 (0,8042)	4,435 (1,2115)	F: 14,086 (0,000) *	(C1 = C2) > C3
Cromo (mg/kg)	1,772 (1,4584)	1,506 (0,5938)	1,047 (0,1306)	F: 8,292 (0,016) *	(C2 = C1) > C3
Estanho (mg/kg)	4,536 (3,6753)	6,980 (4,4225)	2,661 (2,0292)	F: 14,705 (0,000) *	C2 > (C1 = C3)
Ferro (mg/kg)	68,050 (37,3679)	50,350 (18,0573)	36,416 (22,8829)	F: 6,696 (0,003) *	C1 C2 C3
Manganês (mg/kg)	5,842 (1,4148)	5,279 (1,3324)	4,2244 (2,000)	F: 12,267 (0,000) *	(C1 = C2) > C3
Níquel (mg/kg)	1,461 (0,8643)	1,325 (0,7277)	1,00 (0)	H: 6,601 (0,037)	(C1 = C2) > C3
Titânio (mg/kg)	5,420 (4,5014)	4,470 (2,6163)	2,963 (2,5751)	F: 5,232 (0,01) *	C1 C2 C3
Zinco (mg/kg)	7,445 (5,0953)	9,094 (7,7756)	4,243 (2,5470)	F: 10,599 (0,000) *	(C2 = C1) > C3
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/ mg de proteina)	15,375 (13,5292)	21,576 (17,3740)	25,050 (23,1229)	F: 1,58 (0,219)	ns

TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteina)				F: 0,60 (0,554)	ns

Tabela 06 – Comparações dos metais pesados, conteúdo total de proteínas carboniladas e TBA-RS entre as coletas.

Nas comparações entre os pontos de coleta (Tab. 06), os níveis de conteúdo total de proteínas carboniladas apresentaram diferença significativa, sendo os níveis maiores no ponto 2 e ponto do que ponto 1.

	PONTOS				
Variável	P1 [ẋ (dp)]	P2 [ẋ (dp)]	P3 [ẋ (dp)]	F/H: (*p*-valor)	Comparações
Alumínio (mg/kg)	39,851 (31,7618)	87,718 (218,9801)	45,267 (21,3914)	F: 1,744 (0,189)	ns
Boro (mg/kg)	15,373 (23,2875)	21,850 (32,3873)	65,755 (140,9975)	H: 0,614 (0,736)	ns
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,038 (0,0763)	H: 5,902 (0,052)	ns
Chumbo (mg/kg)	5,616 (8,6448)	5,835 (6,6887)	4,562 (5,4934)	H: 0,795 (0,672)	ns
Cobre (mg/kg)	4,931 (1,1221)	5,136 (1,0287)	4,906 (1,2464)	F: 0,922 (0,407)	ns
Cromo (mg/kg)	1,420 (0,5817)	1,525 (1,4559)	1,381 (0,5444)	H: 0,864 (0,649)	ns
Estanho (mg/kg)	3,866 (2,5873)	4,838 (4,2547)	5,472 (4,5234)	F: 2,047 (0,144)	ns
Ferro (mg/kg)	41,933 (15,5059)	52,00 (43,6111)	60,883 (20,6544)	F: 2,395 (0,105)	ns
Manganês (mg/kg)	4,936 (1,7820)	4,826 (1,8333)	5,584 (1,5018)	F: 3,052 (0,059)	ns
Níquel (mg/kg)	1,154 (0,4663)	1,315 (0,8446)	1,316 (0,6638)	H: 1,445 (0,485)	ns
Titânio (mg/kg)	3,382 (1,9036)	4,192 (3,7462)	5,280 (4,1635)	F: 2,048 (0,144)	ns
Zinco (mg/kg)	5,759 (2,6655)	8,726 (9,2285)	6,297 (2,7940)	F: 0,64 (0,533)	ns
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteina)	4,936 (1,5548)	25,387 (17,9266)	31,678 (18,7836)	F: 42,01 (0,000) *	(P2= P3) > P1
TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteina)				F: 2,449 (0,445)	ns

Tabela 07 – Comparações dos metais pesados, conteúdo total de proteínas carboniladas e TBA-RS entre os pontos.

Na análise das estações e coletas (Tab. 08), o Cobre apresentou valores médios semelhantes em suas três coletas no VER. Além disso, os valores das coletas 1, 2 e 3

do VER apresentaram valores semelhantes com a coleta de INV1 e 2, e ocorreu uma leve diferença na coleta 3, com um valor médio um pouco abaixo em comparação com as outras coletas das duas estações. Em relação ao Estanho, os valores médios tiveram uma pequena variação, sendo que obtiveram comparações significativas na estação VER nas coletas 1, coleta 2, coleta 3, e na coleta 1 do INV. Também se obteve valores semelhantes da estação de INV na coleta 2 e coleta 3. Para Ferro, apenas os valores médios da coleta 1 do INV, e da coleta 1 e coleta 2 do VER tiveram alguma semelhança. Com relação ao Manganês, as três coletas do VER, coleta 1, coleta 2, coleta 3 e a coleta 1 do INV tiveram semelhanças nos seus dados. A concentração de Zinco da coleta 1 de VER e INV foi semelhante, e também uma equivalência entre as coletas 1 e 2 do INV, e coleta 2 e 3 do VER.

ESTAÇÕES X COLETAS					
Variável	INVC1 [ẋ (dp)]	INVC2 [ẋ (dp)]	INVC3 [ẋ (dp)]	F (*p*-valor)	Comparações
Alumínio (mg/kg)	50,611 (42,5354)	144,998 (316,5377)	50,911 (26,0134)	1,027 (0,368)	ns
Boro (mg/kg)	1,054 (0,1633)	1,00 (0)	1,00 (0)	-	-
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,056 (0,0935)	-	-
Chumbo (mg/kg)	8,858 (11,9040)	9,722 (7,9886)	9,857 (11,7268)	-	-
Cobre (mg/kg)	4,033 (0,8589)	4,523 (1,0666)	3,887 (0,7230)	3,768 (0,031) *	VERC1 VERC2 VERC3 INVC1 INVC2 INVC3
Cromo (mg/kg)	1,720 (0,7238)	2,047 (2,0383)	1,740 (0,7482)	-	-
Estanho (mg/kg)	4,382 (3,3915)	6,723 (5,4890)	7,070 (6,2356)	21,645 (0,000) *	INVC2 INVC1 VERC3 VERC2 VERC1 INVC3
Ferro (mg/kg)	41,566 (20,0573)	61,344 (61,4990)	62,588 (24,98556)	4,521 (0,018) *	INVC1 INVC2 VERC1 VERC3 VERC2 INVC3
Manganês (mg/kg)	3,332 (0,9552)	4,182 (2,4405)	4,535 (1,4170)	9,317 (0,000) *	VERC2 VERC1 VERC3 INVC1 INVC2 INVC3
Níquel (mg/kg)	1,308 (0,6600)	1,630 (1,1754)	1,591 (0,8978)	-	-
Titânio (mg/kg)	3,533 (2,6921)	5,252 (5,3379)	6,537 (5,6961)	2,712 (0,079)	ns
Zinco (mg/kg)	6,318 (3,1546)	11,868 (12,7741)	6,282 (3,7016)	14,644 (0,000) *	INVC2 INVC1 VERC2 VERC3 VERC1 INVC1
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteina)	4,264 (0,7912)	21,715 (15,9816)	40,508 (17,3056)	0,172 (0,843)	ns

TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteina)				0,137 (0,872)	ns
	VERC1 [ẋ (dp)]	VERC2 [ẋ (dp)]	VERC3 [ẋ (dp)]		
Alumínio (mg/kg)	29,092 (14,1453)	30,437 (17,7237)	39,224(16,6520)	1,027 (0,368)	ns
Boro (mg/kg)	29,692 (27,5471)	42,70 (37,1750)	130,511 (187,8717)	-	-
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,020 (0,06)	-	-
Chumbo (mg/kg)	2,373 (1,6679)	1,948 (1,6899)	2,313 (3,2487)	-	-
Cobre (mg/kg)	5,828 (0,5310)	5,750 (0,6300)	6,038 (0,3993)	3,768 (0,031) *	VERC1 VERC2 VERC3 INVC1 INVC2 INVC3
Cromo (mg/kg)	1,120 (0,1870)	1,002 (0,0066)	1,087 (0,2073)	-	-
Estanho (mg/kg)	3,351 (1,7208)	2,954 (1,6162)	4,122 (1,7631)	21,645 (0,000) *	INVC2 INVC1 VERC3 VERC2 VERC1 INVC3
Ferro (mg/kg)	42,30 (11,7633)	42,655 (17,3422)	55,911 (17,9038)	4,521 (0,018) *	INVC1 INVC2 VERC1 VERC3 VERC2 INVC3
Manganês (mg/kg)	6,540 (0,6670)	5,470 (0,8206)	6,530 (1,035)	9,317 (0,000) *	VERC2 VERC1 VERC3 INVC1 INVC2 INVC3
Níquel (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,042 (0,1266)	-	-
Titânio (mg/kg)	3,231 (0,9246)	3,132 (0,7455)	3,936 (1,7604)	2,712 (0,079)	ns
Zinco (mg/kg)	5,20 (2,3087)	5,584 (2,4960)	6,555 (1,9548)	14,644 (0,000) *	INVC2 INVC1 VERC2 VERC3 VERC1 INVC1
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/ mg de proteina)	5,607 (1,9489)	29,058 (20,9122)	20,522 (18,9298)	0,172 (0,843)	ns
TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteina)				0,137 (0,872)	ns

Tabela 08 – Comparações dos metais pesados, conteúdo total de proteínas carboniladas e TBA-RS entre as estações e as coletas.

Na interação entre estações e pontos (Tab. 09), ocorreu separações dos valores médios entre as estações, porém com valores médios semelhantes entre os três pontos em duas variáveis, estas sendo o Cobre e o Manganês. As proteínas carboniladas apresentaram valores semelhantes em vários pontos e entre as estações. O ponto 2 da estação de VER e o ponto 1 de INV são significativamente semelhantes, como o ponto 1 de VER e ponto 2 de INV, e os pontos 1 e 2 da estação VER se assemelham aos valores médios do ponto 2 da estação INV. Também existe uma semelhança de valores nos pontos 3 das duas estações. Os valores médios de TBA-RS, assim como do conteúdo total de proteínas carboniladas

foram similares em diversos pontos entre as duas estações. O ponto 2 e 3 de INV e o ponto 1 do VER mostraram relações em seus valores médios, assim como o ponto 2 e 3 de VER e o ponto 1 de INV.

ESTAÇÕES X PONTOS					
Variável	INVP1 [ẋ (dp)]	INVP2 [ẋ (dp)]	INVP3 [ẋ (dp)]	F (*p*-valor)	Comparações
Alumínio (mg/kg)	50,611 (42,5354)	144,998 (316,5377)	50,911 (26,0134)	0,154 (0,857)	ns
Boro (mg/kg)	1,054 (0,1633)	1,00 (0)	1,00 (0)	-	-
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,056 (0,0935)	-	-
Chumbo (mg/kg)	8,858 (11,9040)	9,722 (7,9886)	9,857 (11,7268)	-	-
Cobre (mg/kg)	4,033 (0,8589)	4,523 (1,0666)	3,887 (0,7230)	3,90 (0,029) *	VERP3 VERP1 VERP2 INVP2 INVP1 INVP3
Cromo (mg/kg)	1,720 (0,7238)	2,047 (2,0383)	1,740 (0,7482)	-	-
Estanho (mg/kg)	4,382 (3,3915)	6,723 (5,4890)	7,070 (6,2356)	1,47 (0,243)	ns
Ferro (mg/kg)	41,566 (20,0573)	61,344 (61,4990)	62,588 (24,98556)	0,63 (0,538)	ns
Manganês (mg/kg)	3,332 (0,9552)	4,182 (2,4405)	4,535 (1,4170)	4,38 (0,019) *	VERP1 VERP3 VERP2 INVP3 INVP2 INVP1
Níquel (mg/kg)	1,308 (0,6600)	1,630 (1,1754)	1,591 (0,8978)	-	-
Titânio (mg/kg)	3,533 (2,6921)	5,252 (5,3379)	6,537 (5,6961)	0,663 (0,522)	ns
Zinco (mg/kg)	6,318 (3,1546)	11,868 (12,7741)	6,282 (3,7016)	2,245 (0,12)	ns
Conteúdo Total de Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteina)	4,264 (0,7912)	21,715 (15,9816)	40,508 (17,3056)	8,343 (0,001) *	INVP1 VERP2 INVP2 VERP1 VERP3 INVP3
TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteina)				13,912 (0,000) *	INVP2 INVP3 VERP1 INVP1 VERP3 VERP2
	VERP1 [ẋ (dp)]	VERP2 [ẋ (dp)]	VERP3 [ẋ (dp)]		
Alumínio (mg/kg)	29,092 (14,1453)	30,437 (17,7237)	39,224(16,6520)	0,154 (0,857)	ns
Boro (mg/kg)	29,692 (27,5471)	42,70 (37,1750)	130,511 (187,8717)	-	-
Cádmio (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,020 (0,06)	-	-

Chumbo (mg/kg)	2,373 (1,6679)	1,948 (1,6899)	2,313 (3,2487)	-	-
Cobre (mg/kg)	5,828 (0,5310)	5,750 (0,6300)	6,038 (0,3993)	3,90 (0,029) *	VERP3 VERP1 VERP2 INVP2 INVP1 INVP3
Cromo (mg/kg)	1,120 (0,1870)	1,002 (0,0066)	1,087 (0,2073)	-	-
Estanho (mg/kg)	3,351 (1,7208)	2,954 (1,6162)	4,122 (1,7631)	1,47 (0,243)	ns
Ferro (mg/kg)	42,30 (11,7633)	42,655 (17,3422)	55,911 (17,9038)	0,63 (0,538)	ns
Manganês (mg/kg)	6,540 (0,6670)	5,470 (0,8206)	6,530 (1,035)	4,38 (0,019) *	VERP1 VERP3 VERP2 INVP3 INVP2 INVP1
Níquel (mg/kg)	1,00 (0)	1,00 (0)	1,042 (0,1266)	-	-
Titânio (mg/kg)	3,231 (0,9246)	3,132 (0,7455)	3,936 (1,7604)	0,663 (0,522)	ns
Zinco (mg/kg)	5,20 (2,3087)	5,584 (2,4960)	6,555 (1,9548)	2,245 (0,12)	ns
Proteínas Carboniladas (nmol/mg de proteina)	5,607 (1,9489)	29,058 (20,9122)	20,522 (18,9298)	8,343 (0,001) *	INVP1 VERP2 INVP2 VERP1 VERP3 INVP3
TBA-RS (nmol de MDA/mg de proteina)				13,912 (0,000) *	INVP2 INVP3 VERP1 INVP1 VERP3 VERP2

Tabela 09 – Comparações dos metais pesados, proteínas carboniladas e TBA-RS entre estações e pontos.

Os metais Boro, Cobre, Manganês foram maiores no VER, enquanto os valores médios de chumbo e cromo foram maiores no INV. Em relação a comparação entre os pontos, o conteúdo total de proteínas carboniladas apresentou resultados significativos, sendo que o P2 e P3 tiveram valores médios semelhantes e maiores que os valores de P1, que fortifica a diferença das características praiais dos pontos nas duas extremidades entre P1 com um valor bem inferior e P3 com o maior valor de carbonilação proteica entre os três pontos.

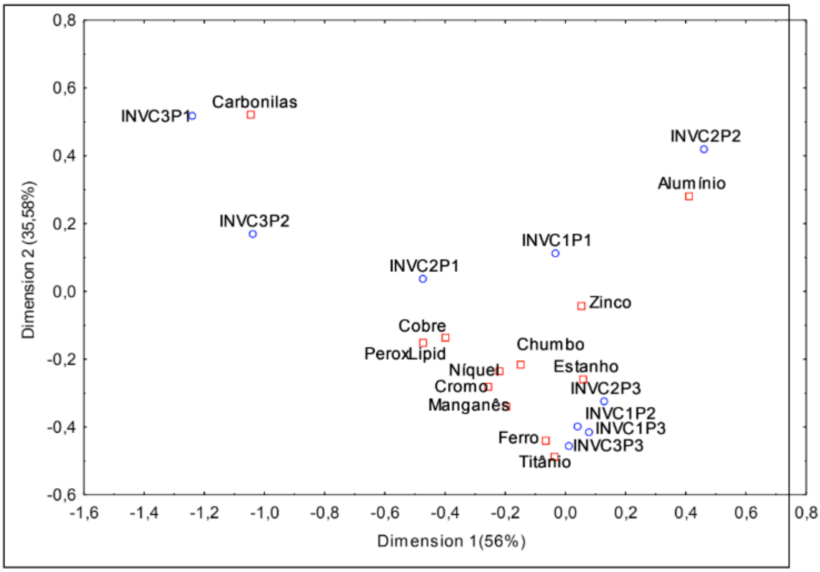


Figura 05 – Resultado da análise de Correspondência do inverno (INV). Concentrações dos metais pesados alumínio, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, níquel, titânio e zinco e conteúdo total de proteínas carboniladas, referente ao estresse oxidativo em *D. hanleyanus* da coleta 1 (C1), coleta 2 (C2) e coleta 3 (C3), dos pontos 1 (P1), ponto 2 (P2) e ponto 3 (P3).

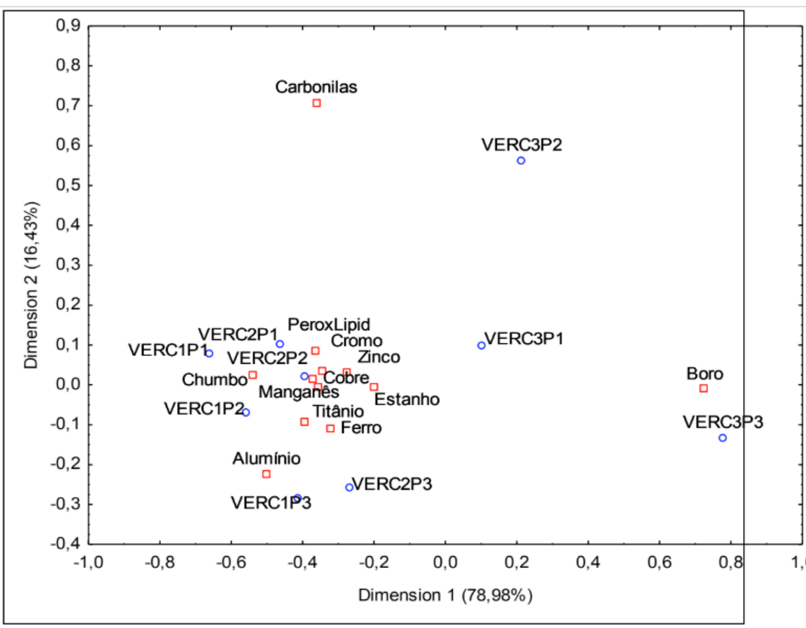


Figura 06 – Resultado da análise de Correspondência do verão (VER). Concentrações dos metais pesados alumínio, boro, cádmio, chumbo, cobre, cromo, estanho, ferro, manganês, níquel, titânio e zinco e conteúdo total de proteínas carboniladas, referente ao estresse oxidativo em *D. hanleyanus* da coleta 1 (C1), coleta 2 (C2) e coleta 3 (C3), dos pontos 1 (P1), ponto 2 (P2) e ponto 3 (P3).

Os valores médios de cada um dos metais pesados analisados e os valores do conteúdo total de proteínas carboniladas e de TBA-RS podem ser vistos na Tabela 10 abaixo.

Ponto	Al	B	Cd	Pb	Cu	Cr	Sn	Fe	Mn	Ni	Ti	Zn	Carbonilas	PeroxLipid
INVC1P1	98,93	0,90	0,90	7,30	4,25	1,82	4,67	60,10	4,01	1,89	4,77	9,47	33,44	3,86
INVC1P2	78,13	0,90	0,90	14,72	5,57	3,35	8,95	112,13	6,63	2,19	8,97	13,61	9,69	8,48
INVC1P3	60,10	0,90	1,09	8,69	3,77	2,23	4,90	82,70	5,82	1,42	8,53	7,00	4,90	6,60
INVC2P1	42,43	0,90	0,90	17,40	4,50	2,34	7,18	47,73	3,84	0,90	4,83	7,06	45,21	4,38
INVC2P2	351,40	0,90	0,90	12,01	4,62	1,76	10,22	56,60	4,07	1,60	5,34	19,23	28,84	7,09
INVC2P3	62,30	0,90	0,98	9,04	4,43	1,76	14,50	64,83	4,78	2,28	4,83	9,46	3,90	6,11
INVC3P1	10,47	1,10	0,90	1,74	3,35	0,90	1,20	16,87	2,15	0,90	0,90	2,43	49,85	4,85
INVC3P2	5,40	0,90	0,90	2,43	3,38	0,90	0,90	15,30	1,84	0,90	1,38	2,77	26,62	8,08
INVC3P3	31,53	0,90	0,90	2,63	3,12	0,90	1,00	50,03	3,32	0,90	6,51	1,63	4,00	4,91
VERC1P1	35,77	4,44	0,90	3,39	6,15	0,90	2,73	43,40	6,53	0,90	2,96	3,56	21,05	6,23
VERC1P2	41,27	12,37	0,90	1,11	6,20	0,90	1,96	56,33	5,26	0,90	3,58	4,56	18,11	3,44
VERC1P3	37,73	23,20	0,99	4,51	6,33	1,14	3,95	53,63	6,81	1,06	3,71	6,44	5,07	3,54
VERC2P1	39,13	19,83	0,90	1,97	5,82	1,02	2,57	39,87	6,40	0,90	3,49	6,27	23,66	5,19
VERC2P2	40,50	25,43	0,93	2,29	5,71	0,90	3,69	40,57	6,12	0,90	3,46	5,83	20,39	2,54
VERC2P3	45,63	39,00	0,90	1,33	5,88	0,99	3,69	52,50	6,47	0,90	4,87	6,72	7,46	3,10
VERC3P1	12,38	64,77	0,90	1,63	5,52	1,24	4,72	43,63	6,70	0,90	3,24	5,77	16,86	5,32
VERC3P2	9,55	90,30	0,90	2,28	5,34	0,94	3,19	31,07	5,02	0,90	2,36	6,33	48,68	3,24
VERC3P3	34,31	329,33	0,90	0,90	5,90	0,90	4,73	61,60	6,32	0,90	3,23	6,51	4,30	4,33

Tabela 10 – Tabela com valores médios das estações de inverno e verão, contendo dados das médias dos metais pesados analisados, sendo eles alumínio (Al), boro (B), cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), estanho (Sn), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni), titânio (Ti), zinco (Zn), além do conteúdo total de proteínas carboniladas e de TBA-RS, referentes ao estresse oxidativo.

DISCUSSÃO

Nas comparações das variáveis ambientais, algumas variáveis indicaram características das estações. A redução da extensão do perfil da praia no INV foi menor que no VER, relacionada às ressacas marítimas que acontecem nos meses de INV, resultando em menores períodos de ondas e maiores alturas de ondas no INV, o que implica em maior remobilização de sedimento, tornando essa estação mais turbulenta para os organismos que vivem nas praias arenosas (SANTOS *et al.*, 2010). A temperatura da água no VER foi maior pela própria característica da estação, seguindo o mesmo padrão a salinidade, por conta da evaporação da água (SOUZA-PEREIRA & MONTEIRO CAMARGO, 2004).

A porcentagem de carbonato de cálcio também foi maior no VER, visto que a reprodução de grande parte dos organismos marinhos encontrados na praia é mais intensa no VER, logo causa o aumento da população de gastrópodes e bivalves como *Donax*. Quando predados por espécies de peixes, caranguejos e estrelas do mar, as conchas desses organismos se misturam aos sedimentos da praia (GIL & THOMÉ, 2004). Em relação aos pontos de coleta, pode-se notar que o diâmetro médio do Ponto 3 foi maior que os Pontos 1 e 2. O Ponto 3 também mostrou uma maior altura de onda, que são características de praias refletivas (HORN FILHO *et al*., 2014). Na Praia do Ervino (P1), curtose e assimetria foram maiores, demostrando ter características de uma praia intermediária (BULHÕES & FERNANDEZ, 2016). Por se tratar de uma praia que se estende por cerca de 20 km de costa, os processos oceanográficos que atuam sobre pontos estudados determinaram maior uniformidade nos perfis, a não ser pelas mudanças no estado do mar, que atuam sobre a Praia Grande, sendo assim, não ocorreram diferenças significativas em relação as variáveis ambientais quando realizado a comparação entre estações e coletas, estações e pontos, coleta e ponto, ou estações, coletas e pontos. No que se refere aos resultados da análise de Componentes Principais (PCA), pode-se notar uma distinção entre pontos e amostragens maior no INV, não tendo uma diferenciação entre os pontos P2 e P3 em comparação ao P1, e novamente uma semelhança de dados entre os pontos P2 e P3 se referindo as variáveis como o desnível da praia, seu período e altura de onda e sua porcentagem de carbonato de cálcio. Houve uma tendência de separação do agrupamento de pontos da Praia do Ervino (P1) dos demais pontos, com o aumento de assimetria, curtose, mas com redução do desnível do perfil e grãos moderadamente selecionados. Por outro lado, a assimetria, curtose e umidade de sedimento tenderam a diminuir em P2 e P3 e aumentarem o desnível do perfil e grãos pobremente selecionados. Entretanto, na componente 2, os diâmetros médios dos grãos do sedimento, o comprimento do perfil e a altura e período de onda aumentaram em duas amostragens em P3, com a diminuição da salinidade (PEREIRA, 2005). No gráfico de verão de Componentes Principais (PCA), as variáveis ambientais novamente seguem um padrão no que se refere aos pontos. Os pontos P2 e P3 apresentam semelhanças entre seus valores, que são mais distintos dos valores do P1. A relação dos valores tendem a aumentar referente a média, comprimento do perfil, seleção, temperatura, desnível do perfil, altura e período de onda, nos pontos 2 e 3, porém principalmente no ponto 2 dessas variáveis, e novamente a assimetria, curtose e umidade de sedimento tenderam a diminuir em P2 e P3 e aumentarem o desnível do perfil e grãos pobremente selecionados. Analisando os gráficos de PCA de ambas as estações podemos ver uma caracterização dos pontos P2 e P3 que são muito semelhantes e tem valores de suas variáveis consistentes o que determina uma semelhança na morfodinâmica praial, que pode ser caracterizada como refletiva, já P1 tendo uma diferenciação muito grande de suas variáveis podendo ser caracterizada como uma praia intermediária, onde se altera em refletiva e dissipativa.

Os níveis de TBA-RS, que indicam peroxidação lipídica, foram maiores no INV , visto que nessa estação as condições ambientais nas praias são mais intensas com os organismos de praias arenosas. Pode ser observado que nas duas estações o TBA-RS está relacionado com as maiores concentrações da maioria dos metais. Na Análise de correspondência de INV pode-se notar uma tendência entre os valores tanto no gráfico de INV quanto no de VER. As variáveis mantêm uma maior constância entre os seus valores e pontos, estão concentradas, o que mostra uma constância em seus dados, porém tendo uma maior diferenciação nos pontos INVC3P1, INVC3P2, INVC3P3, VERC3P1, VERC3P2 e VERC3P3. Sendo assim, também pode se notar que se trata da última coleta das duas estações, que também se refere a última lua daquela estação, podendo ter ocorrido algum evento como o *Wind set-up* e *set-down*, este sendo um efeito do vento perpendicular à costa durante um período curto anterior a coleta (TRUCCOLO, 1998).

As variáveis dos metais pesados com maior semelhança foram os metais Cobre e Níquel, onde seus valores, se comparados entre suas coletas e pontos são muito semelhantes, tendo valores maiores no verão do que no inverno, visto que ambos os metais são utilizados em banhos químicos para proteção das chapas de aço por exemplo, observou-se que seus valores estão interligados. A mesma situação acontece com o Estanho e Zinco, que são utilizados no processo de laminação, onde seus valores também obtiveram total semelhança entre suas coletas, e entre as estações e coletas, novamente os dois metais são utilizados em conjunto para um determinado tipo de procedimento metalúrgico, logo, seus valores médios demonstram uma grande semelhança. Essas correlações entre a utilização desses metais nos processos citados são descritas em outros trabalhos que relacionam os efluentes industriais e processos metalúrgicos.

Segundo a legislação para emissão de metais pesados no oceano utilizando emissários marítimos, a Portaria nº 685/1998 da Secretaria de Saúde e a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 42 de 29 de agosto de 2013 do Ministério da Saúde e Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, a Environmental Protection Agency – EPA e a Food and Agriculture Organization/World Health Organization – FAO/WHO determinam limites máximos recomendados, em moluscos bivalves, incluindo as espécies de *Donax* (Tab. 11).

METAL	FAO/WHO (mg/kg)	EPA (mg/kg)	ANVISA (mg/kg)	Este trabalho (mg/kg)
Cádmio	1,00	>2	2,00	0,92
Chumbo	2,00	0,1 - 0,8	1,50	5,30
Cobre	30,00	1,0 - 20,0	30,00	4,99
Cromo	12,00	0,1 - 0,9	0,10	1,38
Zinco	50,00	10,0 - 30,0	50,00	6,92

Tabela 11 – Valores médios e limites máximos recomendados por organizações de saúde nacional e internacional e valores médios obtidos nesse trabalho. Inserir os significados das siglas.

Analisando a tabela 11, pode ser notado que os valores médios de Cádmio, Cobre e Zinco estão abaixo dos valores recomendados por todas as organizações de saúde. Entretanto, os valores de Chumbo estão acima de todas as recomendações e o de Cromo está dentro dos parâmetros para o limite da FAO/WHO, no entanto não atende aos limites da ANVISA e da Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA) (FERREIRA *et al.*, 2013). Observa-se ainda que os metais pesados são cumulativos e os dados apresentados suscitam preocupação. Não existe legislação ou recomendação para os metais pesados Alumínio, Boro, Estanho, Ferro, Manganês, Níquel e Titânio em moluscos bivalves, assim dificultando a análise em relação dos valores médios obtidos neste trabalho porém da mesma forma os resultados evidenciam a presença destes elementos e uma preocupação quanto a bioacumulação em outros organismo e no ambiente.

O molusco bivalve *Donax hanleyanus* absorve esses metais pesados que estão em suspensão no ambiente marinho quando realiza sua alimentação, tornando-o assim um bom bioindicador para metais pesados e de estresse oxidativo no ambiente que habita, e pode ser encontrado em várias praias ao redor do mundo por sua grande capacidade de sobrevivência. Além de que por sua resistência também é um bom indicador de estresse oxidativo, visto que habita praias refletivas, que são caracterizadas como praias mais violentas.

Também deve ser relatado a falta de legislações e leis que limitam e regulam a quantidade de metais pesados em bivalves, visto que dos doze metais analisados, apenas cinco possuem um limite ou recomendação dos valores de metais encontrados nesses organismos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da ampla quantidade de dados exposta nesse trabalho, o molusco bivalve *Donax hanleyanus* é um bom bioindicador para metais pesados e de estresse oxidativo no ambiente que habita, tendo em vista que o mesmo pode ser encontrado em várias praias ao redor do mundo por sua grande capacidade de sobrevivência e bioacumulação. Chama a atenção também a presença da maioria dos metais pesados analisados no organismo estudado. Também deve ser relatado a falta de legislações e leis que limitam e regulam a quantidade de metais pesados em moluscos bivalves, visto que dos doze metais analisados, apenas cinco possuem um limite ou recomendação dos valores para essa espécie. Os danos causados ao organismo analisado, mostraram riscos para esta espécie e demais organismos dependentes na cadeia trófica bem como a saúde humana, visto que o *Donax hanleyanus* é um recurso pesqueiro importante. Além disso, com os dados obtidos nesse trabalho, pode-se notar a necessidade de controles ambientais mais rigorosos e monitoramentos periódicos na costa oceânica, visto que apenas com dados de um curto período não é possível analisar de forma aprofundada todos os poluentes e agravantes

ambientais que são encontrados nesses ecossistemas e nos organismos que habitam nesses espaços deixando o ecossistema e a saúde da população ainda vulneráveis.

REFERÊNCIAS

ARCELORMITTAL BRASIL. Arcelor Mittal Vega, São Francisco do Sul. Disponível em: <https://brasil.arcelormittal.com/a-arcelormittal/quem-somos/arcelormittal-vega>. Acesso em 02 de fevereiro de 2019.

ARTIGAUD, Sébastien et al. Respiratory response to combined heat and hypoxia in the marine bivalves Pecten maximus and Mytilus spp. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 175, p. 135-140, 2014.

BITTENCOURT, A. C. DA SILVA.; DE FARIAS, F. F.; JÚNIOR, A. Z. Reflexo das variações morfodinâmicas praiais nas características texturais dos sedimentos da praia da Armação, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 17, n. 3, p. 276-282, 2018.

BROWN, A. C. The ecophysiology of sandy beach animals—a partial review. In: **Sandy beaches as ecosystems**. Springer, Dordrecht, 1983. p. 575-605.

BROWN, A. C; MCLACHLAN, A. **The ecology of sandy shores**. Elsevier, 2010.

BULHOES, Eduardo Manuel Rosa; FERNANDEZ, Guilherme Borges. Aspectos morfodinâmicos em praias de enseada: estudo de caso em armação dos Búzios, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, n. 2, 2016.

CAUDURO, L. M.; COLOMBELLI, G. L.; PORTO, A.; JÚNIOR, D. L.; BELTRAME, G. **As exigências da FEPAM:** um estudo de caso sobre os impactos em uma metalúrgica do sul do Brasil, 2016.

CHANDURVELAN, Rathishri et al. Assessment of a mussel as a metal bioindicator of coastal contamination: relationships between metal bioaccumulation and multiple biomarker responses. **Science of the Total Environment**, v. 511, p. 663-675, 2015.

CLARK, R. B.; FRID, C.; ATTRILL, M. Marine Pollution, 4th edit. **Oxford University Press, Oxford, Chapter Metals**, v. 1197, p. 61-79, 1997.

CLASSICS LOWRY, O. et al. Protein measurement with the Folin phenol reagent. **J biol Chem**, v. 193, n. 1, p. 265-75, 1951.

DA COSTA, Elizabeth Ouriques. **Distribuição espacial e temporal da macroinfauna bentônica na Praia Grande (SC - Brasil).** Departamento de Ciencias Biológicas. Bacharelado em Biologia Marinha. Trabalho de Conclusão de Curso, 2006.

DEAN, Walter E. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition; comparison with other methods. **Journal of Sedimentary Research**, v. 44, n. 1, p. 242-248, 1974.

DELWING-DE LIMA, Daniela et al. The effect of d-galactose induced oxidative stress on in vitro redox homeostasis in rat plasma and erythrocytes. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 86, p. 686-693, 2017.

DUGAN, Jenifer E. et al. Macrofauna communities of exposed sandy beaches on the Southern California mainland and Channel Islands. In: **Proceedings of the Fifth California Islands Symposium. Minerals Management Service Publication**. 2000. p. 339-346.

FERREIRA, Micheli da Silva et al. Contaminação por metais traço em mexilhões Perna perna da costa brasileira. **Ciência Rural**, v. 43, n. 6, p. 1012-1020, 2013.

FIALHO, Rodrigo C. **O uso de bioindicadores vegetais no monitoramento e controle da poluição atmosférica – A importância dos Bioindicadores.** Informativo técnico publicado pela Associação dos Engenheiros da CETESB – ASEC e pelo Conselho de Representantes dos Funcionários da CETESB – CRF, para distribuição interna e limitada aos empregados da SMA/CETESB. v. 2. n. 4. setembro de 2002.

FISHER, Ronald Aylmer. The distribution of the partial correlation coefficient. **Metron**, v. 3, p. 329-332, 1924.

GALEHOUSE, Jon S. Sedimentation snalysis. **Procedures in sedimentary petrology**, p. 69-94, 1971.

GIANUCA, Norton Mattos. **The ecology of a sandy beach in Southern Brazil**. 1985. Tese de Doutorado. University of Southampton, 2018.

GIL, Guacira M.; THOMÉ, José W. Descrição do ciclo reprodutivo de Donax hanleyanus (Bivalvia, Donacidae) no sul do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 94, n. 3, p. 271-276, 2004.

GOSSET, William Sealy. Student. **The Application of the'Law of Error'to the Work of the Brewery**, p. 3-6, 1908.

HOEFEL, Fernanda Gemael. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas:** uma revisão bibliográfica. 1998.

JANAKIDEVI, V. et al. A study of proteotoxicity and genotoxicity induced by the pesticide and fungicide on marine invertebrate (Donax faba). **Chemosphere**, v. 90, n. 3, p. 1158-1166, 2013.

JARDIM, Renata Pimentel. **Alterações em Marcadores de Estresse Oxidativo em Mexilhões (Perna perna, Linnaeus, 1758)** Machos e Fêmeas do Litoral Norte do RS/BRASIL. 2015.

JORGE, Marianna B. et al. Mortality, bioaccumulation and physiological responses in juvenile freshwater mussels (Lampsilis siliquoidea) chronically exposed to copper. **Aquatic toxicology**, v. 126, p. 137-147, 2013.

JÚNIOR, Antônio Pereira Magalhães. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Bertrand Brasil, 2007.

KEHRIG, Helena A. et al. Bioconcentração e biomagnificação de metilmercúrio na baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Química Nova**, v. 34, p. 377-384, 2011.

LEGENDRE, Pierre; LEGENDRE, Louis. **Numerical ecology**. Elsevier, 2012.

MACHADO, Ingrid C. et al. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Hg, Cu, e Zn na ostra de mangue Crassostrea brasiliana do estuário de Cananéia-SP, Brasil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 61, n. 1, p. 13-18, 2002.

MAIA, Nilson Borlina et al. **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. Univ Pontifica Comillas, 2001.

MARCOMINI, Silvia C. et al. Beach morphodynamics and clam (Donax hanleyanus) densities in Buenos Aires, Argentina. **Journal of coastal research**, p. 601-611, 2002.

MCGLASHAN, D. J.; HUGHES, J. M. Genetic evidence for historical continuity between populations of the Australian freshwater fish Craterocephalus stercusmuscarum (Atherinidae) east and west of the Great Dividing Range. **Journal of Fish Biology**, v. 59, p. 55-67, 2001.

MCLACHLAN, A.; COCKCROFT, A. C.; MALAN, D. E. Benthic faunal response to a high energy gradient. **Marine ecology progress series. Oldendorf**, v. 16, n. 1, p. 51-63, 1984.

MCLACHLAN, A.; JARAMILLO, E. Zonation on sandy beaches. **Oceanography and Marine Biology: an annual review**, 1995.

MINAS GERAIS. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Disponível em <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902> . Acesso em 05 de junho de 2019.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Indicadores ambientais no Brasil:** aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos. 1996.

NEVES, Luciano Peyrer das; SILVA, Pedro de Sá Rodrigues da; BEMVENUTI, Carlos Emílio. Zonation of benthic macrofauna on Cassino Beach, southernmost Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 55, n. 4, p. 293-307, 2007.

OHKAWA, Hiroshi; OHISHI, Nobuko; YAGI, Kunio. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. **Analytical biochemistry**, v. 95, n. 2, p. 351-358, 1979.

OLIVEIRA, Ulisses R.; BARLETTA, Rodrigo C.; HORN FILHO, Norberto O. Distribuição espacial das características morfodinâmicas das praias arenosas da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. **Pesquisas em Geociências**, v. 41, n. 2, p. 89-103, 2014.

PERCEVAL, Olivier et al. Long-term trends in accumulated metals (Cd, Cu and Zn) and metallothionein in bivalves from lakes within a smelter-impacted region. **Science of the Total Environment**, v. 369, n. 1-3, p. 403-418, 2006.

PEREIRA, Alvaro Augusto Feitosa. **Avaliação de condições de consumo da sardinha fresca, descongelada e processada, através de substâncias que reagem com o ácido tiobarbitúrico e do nitrogênio de bases voláteis totais**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

PEREIRA, Pedro de Souza. **Variabilidade da orla oceânica do Rio Grande do Sul e suas implicações na elaboração de planos de contingência: aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e geomorfológicos**. 2005. Dissertação de Mestrado.

POSSAMAI, Tarcisio Olmiro Horn; VIEIRA, Celso Voos; HORN FILHO, Norberto Olmiro. Geologia costeira da Ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina. **Revista de Geografia (Recife)**, v. 27, n. 2. Esp, p. 45-58, 2011.

REIS, E. G; ASMUS, M. L.; CALLIARI, L. J. Building human capacity on coastal and ocean management–implementing the Train-Sea-Coast Programme in Brazil. **Ocean & coastal management**, v. 42, n. 2-4, p. 211-228, 1999.

RENAULT, T. Immunotoxicological effects of environmental contaminants on marine bivalves. **Fish & shellfish immunology**, v. 46, n. 1, p. 88-93, 2015.

REZNICK, Abraham Z.; PACKER, Lester. Oxidative damage to proteins: spectrophotometric method for carbonyl assay. In: **Methods in enzymology**. Academic Press, 1994. p. 357-363.

ROBSON, A. J.; NEAL, Colin. A summary of regional water quality for Eastern UK rivers. **Science of the Total Environment**, v. 194, p. 15-37, 1997.

SANTOS, Gabriel Soares. **Distribuição espaço-temporal da macrofauna bentônica em uma praia de macromaré amazônica**. 2018.

SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. Physical variability of sandy beaches. In: **Sandy beaches as ecosystems**. Springer, Dordrecht, 1983. p. 133-144.

SHORT, ANDREW D. The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. **Revista chilena de história natural**, v. 69, n. 4, p. 589-604, 1996.

SIES, Helmut. Oxidative stress: a concept in redox biology and medicine. **Redox biology**, v. 4, p. 180-183, 2015.

SINGH, Kunwar P. et al. Studies on distribution and fractionation of heavy metals in Gomti river sediments—a tributary of the Ganges, India. **Journal of hydrology**, v. 312, n. 1-4, p. 14-27, 2005.

SOARES, Alexandre Goulart. **Sandy beach morphodynamics and macrobenthic communities in temperate, subtropical and tropical regions: a macroecological approach**. 2003. Tese de Doutorado. University of Port Elizabeth.

SOUID, Ghada et al. Lead accumulation pattern and molecular biomarkers of oxidative stress in seabream (Sparus aurata) under short-term metal treatment. **Drug and chemical toxicology**, v. 38, n. 1, p. 98-105, 2015.

SOUZA-PEREIRA, Paulo Eduardo; MONTEIRO CAMARGO, Antonio Fernando. Efeito da salinidade e do esgoto orgânico sobre a comunidade zooplanctônica, com ênfase nos copépodes, do estuário do rio Itanhaém, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, p. 9-17, 2004.

SUGUIO, Kenitiro. **Introdução à sedimentologia**. 1973.

TRUCCOLO, Eliane Cristina et al. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul-SC.** 1998.

USEPA. **Method 3050 B. 1998a.** Disponível em <http://www.epa.gov/SW-846/pdfs/3050b.pdf>. Acesso em: 10/08/06.

VALKO, Marian et al. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. **Chemico-biological interactions**, v. 160, n. 1, p. 1-40, 2006.

VELOSO, Valéria G. et al. Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. **Biological Conservation**, v. 127, n. 4, p. 510-515, 2006.

VUTUKURU, Sesha Srinivas et al. Effect of arsenic and chromium on the serum amino-transferases activity in Indian major carp, Labeo rohita. **International journal of environmental research and public health**, v. 4, n. 3, p. 224-227, 2007.

YOSHIHARA, D.; FUJIWARA, N.; SUZUKI, K. Antioxidants : Benefits and risks for long-term health. **Maturitas**, v. 67, n. 2, p. 103–107, 2010.

ZUYKOV, Michael; PELLETIER, Emilien; HARPER, David AT. Bivalve mollusks in metal pollution studies: from bioaccumulation to biomonitoring. **Chemosphere**, v. 93, n. 2, p. 201-208.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA - Técnico em Química pelo Colégio Profissional de Uberlândia (2008), Bacharel em Química pela Universidade Federal de Uberlândia (2010), Licenciado em Química pela Universidade de Uberaba (2011), em Ciências Biológicas (2021) e em Física (2022) pela Faculdade Única. Especialista em Metodologia do Ensino de Química e em Ensino Superior pela Faculdade JK Serrana em Brasília (2012), especialista em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (2021), e em Ciências da Natureza e Mercado de Trabalho (2022) pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Mestre (2015) e Doutor (2018) em Química pela Universidade Federal de Uberlândia, Realizou o primeiro estágio de Pós-Doutorado (de maio de 2019 a junho de 2021) na Universidade Federal de Uberlândia com ênfase na aplicação de novos agentes oxidantes utilizando radiação solar para remoção de CPE em efluentes de uma estação de tratamento de esgoto . Atualmente realiza seu segundo estágio Pós-Doutorado (julho de 2021 - atual) na UFU na mesma linha de pesquisa. Atualmente, vem atuando nas seguintes linhas de pesquisa: (*i*) Desenvolvimento de novas metodologias para tratamento e recuperação de resíduos químicos gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa; (*ii*) estudos de acompanhamento do CPE; (*iii*) Desenvolvimento de novas tecnologias avançadas para remoção de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (*iv*) Aplicação de processos oxidativos avançados (H_2O_2/UV C, TiO_2/UV-A e foto-Fenton e outros) para remoção de CPE em efluentes de estação de tratamento de efluentes para reuso; (*v*) Estudo e desenvolvimento de novos bioadsorventes para remediação ambiental de CPE em diferentes matrizes aquáticas; (*vi*) Educação Ambiental e; (*vii*) alfabetização científica e processos de alfabetização na área de Ciências Naturais, especialmente biologia e química.

A

B

C

D

E

F

G

I

M

P

R

S

T

U

Z

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



3

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2023

MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE:

FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO



3

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2023